

**LOCALIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES INDUSTRIALES
EN INDUSTRIAS AJM LTDA.**

**JENNIFER MARCELA BARRAGAN DÍAZ
CESAR AUGUSTO CUCAITA URBINA**

**UNIVERSIDAD LIBRE DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA INDUSTRIAL
BOGOTÁ, D.C.
2010**

**LOCALIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES INDUSTRIALES EN
INDUSTRIAS AJM LTDA.**

JENNIFER MARCELA BARRAGAN DÍAZ 062084051
CESAR AUGUSTO CUCAITA URBINA 062051167

**Trabajo de grado para optar al título de
Ingenieros Industriales**

Director
MANUEL ALFONSO MAYORGA MORATO
Ingeniero Industrial

UNIVERSIDAD LIBRE DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA INDUSTRIAL
BOGOTÁ, D.C.
2010

Nota de Aceptación:

El proyecto titulado “Localización y distribución de instalaciones industriales en Industrias AJM Ltda.”, realizado por los estudiantes Jennifer Marcela Barragán Díaz con código 62084051 y Cesar Augusto Cucaita Urbina con código 62051167, cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Libre para optar por el título de Ingenieros Industriales.

Firma Director del Proyecto

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Bogotá D.C., Julio de 2010

AGRADECIMIENTO

La finalización de este proyecto no hubiese sido posible sin la colaboración y persistencia de todos aquellos quienes directa o indirectamente han participado en su ejecución, razón por la cual queremos expresar nuestros más sinceros agradecimientos a Dios por brindarnos la fortaleza para llegar hasta la meta, a nuestros padres por el apoyo incondicional, al director del proyecto por ser nuestro guía, a la compañía Industrias AJM Ltda. por permitir la elaboración del proyecto...

...en fin a todos los que han contribuido para obtener el reconocimiento de nuestra formación universitaria y lograr la culminación de este propósito personal y profesional... ¡¡¡ Gracias ¡!!!.

Jennifer Marcela y Cesar Augusto

CONTENIDO

	pág.
RESUMEN	17
INTRODUCCIÓN	19
JUSTIFICACIÓN	20
1. GENERALIDADES	21
1.1 PROBLEMA	21
1.1.1 Descripción	21
1.1.2 Formulación	21
1.2 OBJETIVOS	22
1.2.1 General	22
1.2.2 Específicos	22
1.3 DELIMITACIÓN	22
1.1.1 Tiempo	22
1.1.2 Espacio	22
1.1.2 Temática	23
1.4 METODOLOGÍA	23
2 MARCO DE REFERENCIA	25
2.1 ANTECEDENTES HISTORICOS	25
2.1.1 La empresa	25
2.2 MARCO TEÓRICO	31

2.2.1	Ubicación de instalaciones	31
2.2.2	Distribución de las instalaciones	35
2.2.3	Ingeniería de métodos	49
2.3	MARCO CONCEPTUAL	55
2.4	MARCO LEGAL	56
3	ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	58
3.1	PROYECCIONES DE VENTAS	60
3.2	DIAGRAMAS DE FLUJO	66
3.3.1	Diagrama flujo del proceso de puerta de madera	67
3.3.2	Diagrama flujo del proceso de la silla de madera	70
3.3.3	Diagrama de flujo de las rejas de acero	73
3.3	DIAGRAMAS DE RECORRIDO	75
3.3.1	Diagrama de recorrido puerta de madera	75
3.3.2	Diagrama de recorrido silla de madera	77
3.3.3	Diagrama de recorrido de la reja	79
3.4	CAPACIDAD INSTALADA DE MÁQUINAS	81
3.4.1	Capacidad instalada del área de carpintería y ebanistería	81
3.4.2	Capacidad instalada de ornamentación	84
4	PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	87
4.1	LOCALIZACIÓN DE PLANTA	87
4.1.1	Restricciones de localización	87

4.1.2	Estudio de localización	87
4.2	DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	96
4.2.1	Factor material	96
4.2.2	Factor maquinaria	100
4.2.3	Factor hombre	101
4.2.4	Factor servicio	103
4.2.5	Factor espera	105
4.2.6	Factor movimiento	105
4.3.	MÉTODO PARA LA DISTRIBUCIÓN	106
4.3.1	Distribución de planta del área de carpintería y ebanistería	106
4.3.2	Distribución de planta del área de ornamentación	112
4.4	CÁLCULOS DE ÁREAS	118
4.4.1	Cálculo de áreas de la carpintería y ebanistería	118
4.4.2	Cálculo de áreas de ornamentación	119
4.4.3	Cálculo de áreas de vidrio	120
4.4.4	Determinación de áreas de almacenamiento de materiales	121
4.4.5	Área de producto terminado	131
4.4.6	Determinación de áreas de servicio	132
4.5	DISEÑO DE DISTRIBUCIÓN	133

4.5.1.	Propuesta de distribución	133
5	CONCLUSIONES	145
6	RECOMENDACIONES	145
	BIBLIOGRAFÍA	147
	INFOGRAFÍA	150
	ANEXOS	151

LISTA DE TABLAS

		pág.
Tabla 1	Proceso metodológico	24
Tabla 2	Producción mensual de productos	27
Tabla 3	Métodos cualitativos de localización	34
Tabla 4	Métodos cuantitativos de localización	35
Tabla 5	Características de las distribuciones por producto y por proceso	42
Tabla 6	Simbología ASME	44
Tabla 7	Grado de ubicación	45
Tabla 8	Diagramas de ingeniería de métodos	50
Tabla 9	Marco legal vigente	56
Tabla 10	Definición de productos para el análisis	58
Tabla 11	Demanda en unidades de puertas de madera, sillas de madera y rejas de acero a nivel nacional	61
Tabla 12	Demanda de productos en Industrias AJM Ltda.	64
Tabla 13	Resumen de recorridos puertas madera	77
Tabla 14	Resumen de recorridos silla de madera	79
Tabla 15	Resumen de recorridos de rejas	81
Tabla 16	Capacidad instalada máquinas de carpintería y ebanistería	82
Tabla 17	Capacidad instalada máquinas de ornamentación	85

Tabla 18	Factores ponderados	91
Tabla 19	Factor material	97
Tabla 20	Factor maquinaria	100
Tabla 21	Factor hombre	101
Tabla 22	Factor servicio	103
Tabla 23	Matriz de recorridos del área de carpintería y ebanistería	106
Tabla 24	Pares de departamentos en carpintería y ebanistería	107
Tabla 25	Matriz de relaciones entre los departamentos de carpintería y ebanistería	108
Tabla 26	Pares de departamento propuesto para carpintería y ebanistería	109
Tabla 27	Matriz de recorridos del área de ornamentación	112
Tabla 28	Pares de departamentos actual ornamentación	113
Tabla 29	Matriz de relaciones entre los departamentos de ornamentación	114
Tabla 30	Pares de departamentos propuesto de ornamentación	115
Tabla 31	Áreas de departamentos de carpintería y ebanistería	119
Tabla 32	Áreas de la ornamentación	120
Tabla 33	Áreas del vidrio	121
Tabla 34	Requerimiento de materiales puertas de madera	124
Tabla 35	Requerimiento de materiales sillas de madera	128

Tabla 36	Área requerida para almacenamiento de materiales	130
Tabla 37	Almacenamiento semanal	132
Tabla 38	Áreas de almacenamiento	135
Tabla 39	Comparativo de distancias recorridas	142
Tabla 40	Costos de adaptación de la planta propuesta	142

LISTA DE FIGURAS

		pág.
Figura 1	Esquema Organizacional de Industrias AJM Ltda.	26
Figura 2	Factores de localización	33
Figura 3	Distribución por proceso	38
Figura 4	Distribución por producto	39
Figura 5	Diagrama de pertenencia	40
Figura 6	Distribución por posición fija	42
Figura 7	Esquema de relaciones	46
Figura 8	Estimaciones de importancia	47
Figura 9	Modelo del procedimiento del método S.L.P	48
Figura 10	Diagrama de recorrido de una fábrica de aviones	52
Figura 11	Diagrama de ensamble de operaciones	53
Figura 12	Diagrama de flujo de proceso	54
Figura 13	Diseño de la puerta de madera	59
Figura 14	Diseño de la silla de madera	59
Figura 15	Diseño de la reja de acero	60
Figura 16	Demanda en unidades de puertas de madera a nivel nacional	61
Figura 17	Demanda en unidades de sillas de madera a nivel nacional	62

Figura 18	Demanda en m ² de rejas de acero	63
Figura 19	Demanda de puertas de madera en Industrias AJM Ltda.	64
Figura 20	Demanda de sillas de madera en Industrias AJM Ltda.	65
Figura 21	Demanda de rejas de acero en Industrias AJM Ltda.	66
Figura 22	Diagrama de flujo del proceso de la puerta de madera	68
Figura 23	Diagrama de flujo de operaciones puerta de madera	69
Figura 24	Diagrama de flujo del proceso de la silla de madera	71
Figura 25	Diagrama de flujo de operaciones silla de madera	72
Figura 26	Diagrama flujo del proceso de rejas de acero	74
Figura 27	Diagrama de recorrido puerta – piso 1	76
Figura 28	Diagrama de recorrido puerta – sección pintura- piso 3	76
Figura 29	Diagrama de recorrido silla – piso 1	78
Figura 30	Diagrama de recorrido silla – sección pintura- piso 3	78
Figura 31	Diagrama de recorrido reja	80
Figura 32	Mapa de Bogotá	88
Figura 33	Localización de planta	92
Figura 34	Zonas industriales de Bogotá	94
Figura 35	Mapa de Bogota zona álamos	95
Figura 36	Plano de bloques actual de carpintería y ebanistería	107
Figura 37	Plano de bloques propuesto para carpintería y ebanistería	109

Figura 38	Tabla relacional propuesta ebanistería y carpintería	110
Figura 39	Diagrama relacional de actividades	111
Figura 40	Plano de bloques actual de ornamentación	113
Figura 41	Plano de bloques propuesto para ornamentación	115
Figura 42	Tabla relacional propuesta ornamentación	116
Figura 43	Diagrama relacional de actividades	117
Figura 44	Requerimiento de materiales puertas de madera	122
Figura 45	Distribución de espacios para largueros	122
Figura 46	Distribución de espacios para cabezal	123
Figura 47	Distribución de espacios para tablero	123
Figura 48	Requerimiento de materiales silla de madera	125
Figura 49	Distribución de espacios para espaldar silla	126
Figura 50	Distribución de espacios para lados de base	126
Figura 51	Distribución de espacios para base y patas de silla	127
Figura 52	Requerimiento de materiales para reja	129
Figura 53	Plano propuesto para la distribución de planta	134
Figura 54	Distribución de áreas en la planta	136
Figura 55	Diagrama de recorrido sobre distribución en planta propuesta	138
Figura 56	Diagrama de flujo de proceso propuesto para puertas de madera	139

Figura 57	Diagrama de flujo de proceso propuesto para sillas de madera	140
Figura 58	Diagrama de flujo de proceso propuesto para rejas de acero	141

LISTA DE ANEXOS

	Pág
Anexo A Ventas de Diciembre 2009 – Abril-2010	152
Anexo B Descripción de maquinaria y equipo	154
Anexo C Distribución de planta ebanistería y carpintería	164
Anexo D Distribución de planta ornamentación	166
Anexo E Distribución de planta vidrio	168
Anexo F Desglose de proyección de ventas	170
Anexo G Cálculo de la capacidad instalada	172

RESUMEN

El análisis del proceso productivo de las organizaciones puede ser llevado a cabo por medio de la distribución en planta, a fin de identificar variables que afectan directamente los procesos y a partir de este punto se genera una serie de alternativas que conllevan a la optimización de recursos.

En Industrias AJM Ltda, empresa dedicada a la producción y comercialización de productos de carpintería - ebanistería, ornamentación y vidrio, se llevo a cabo el estudio y análisis de distribución en planta planteando de antemano la caracterización administrativa y operativa, teniendo en cuenta que los factores determinantes encontrados fueron el personal, maquinaria, productos y procesos; a partir de este análisis se realizó el diseño de localización y distribución en planta para la compañía, enfocado en la integración de todas sus áreas productivas en una sola locación con el objetivo de que la organización tenga un mayor control para la organización.

Palabras Claves

Distribución en planta, localización, pronóstico, diagrama de flujo del proceso, capacidad instalada, panorama de factores de riesgo.

Abstract

The analysis of the productive process of the organization takes place through plant layout in order to identify the variables that affect directly the process and from this point a series of alternatives is generated to optimize the resources.

Industries AJM Ltda. which produces and markets products for carpentry, cabinet making, ornamentation and glass a study and analysis of the plant layout took place taking into account beforehand the administrative and operative feature. Some determining facts were found such as personnel, machinery, products and process. From this analysis it was carried out the localization design and plant layout focoused on the integration of all the productive areas into one place in order to have a major control for the organization.

Key words

Plant Layout, localization, sales forecast, the flow chart of the process, installed capacity and panorama risk.

INTRODUCCIÓN

Uno de los aspectos que ha venido ganando amplia importancia en la industria ha sido el de localización y asignación de recursos en una compañía, considerando las restricciones vigentes tanto internas (organizacionales) como externas (gubernamentales). A partir de esto, las industrias demandan la realización de análisis que tiendan a la identificación de alternativas que permitan una organización interna con la mejor utilización de recursos, en sincronía con la disposición y condiciones externas actuales.

Hoy en día el sector de las pequeñas empresa en Colombia demuestra esa disposición al cambio, particularmente en Bogotá, en donde gran parte de su progreso se debe al dinamismo e innovación de este tipo de industrias y a la capacidad de adaptación a las condiciones reinantes.

INDUSTRIAS AJM LTDA es una empresa sólida, representativa de este sector que permitió la realización del estudio para obtener oportunidades de mejora en la misma, a partir de evaluaciones a su organización y a sus procesos, lo que incluye la necesidad del análisis a sus recursos, disposición y uso, así pues, se diseñó una distribución en planta ideal que permitiera adecuar las áreas según la necesidad de recursos, procesos y subproductos, con la ubicación óptima para un mayor desempeño y aprovechamiento de capacidades.

El análisis contempló el traslado de la planta y la reestructuración de algunas de las áreas para una mayor productividad y rentabilidad de la organización; adicional a lo anterior, se hace necesario subrayar que empresas como INDUSTRIAS AJM LTDA. se caracterizan por el trabajo en la mejora continua orientada a satisfacer directa e indirectamente los clientes internos y externos.

Finalmente se enfatiza en que dicha empresa brindó todas las herramientas para el desarrollo de este trabajo, con un alto grado de compromiso, responsabilidad y que su colaboración se complementó con un elevado grado de cumplimiento por parte de los Autores del proyecto y de las personas que lideran e intervienen directamente en los procesos.

JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto tiene como finalidad realizar el diseño y distribución de instalaciones industriales en la empresa “INDUSTRIA AJM LTDA”, de manera que se reorganicen los centros de trabajo para integrar el área de carpintería, ornamentación y vidrio en una locación, cabe anotar que estas áreas actualmente están ubicadas en diferentes lugares de la ciudad de Bogotá.

La distribución de planta implica determinar dónde se ubicarán los departamentos, los grupos de trabajo dentro de los departamentos y las máquinas y puntos de inventarios de las industrias productivas, con el objetivo de obtener un flujo de trabajo sin interrupciones aprovechando al máximo los recursos. Por ello en INDUSTRIAS AJM Ltda., se pretende realizar la distribución de planta de acuerdo a lineamientos básicos de la distribución, dentro de los más destacados se encuentran: distribución por procesos, distribución por producto y distribución por posición fija, con el fin de destinar el espacio requerido para las distintas actividades realizadas en la organización.

Cabe anotar que INDUSTRIAS AJM LTDA., no cuenta con la distribución de instalaciones adecuadas en las áreas productivas ya que el espacio de cada puesto de trabajo no es el suficiente para que se pueda maniobrar las máquinas, manipular las materias primas, ni desplazarse debidamente, ocasionando de esta manera mayor riesgo de accidentes de trabajo en los trabajadores.

Es importante resaltar que desarrollar este tipo de proyectos en las industrias permite realizar diagnósticos y análisis operativos, puesto que el diseño y distribución de planta es un factor imprescindible para la operación y permite el funcionamiento óptimo de los recursos, lo que implica que disminuya riesgos industriales de accidentes, reducción de tiempos improductivos y un mejor manejo de la información.

Por último, se quiere destacar que la realización del diseño y distribución de planta promueve el desarrollo, crecimiento, organización, distribución adecuada de puestos de trabajo y de igual manera contribuye al buen funcionamiento de la industria en pro de la optimización de recursos.

1. GENERALIDADES

1.1. PROBLEMA

1.1.1. Descripción.

INDUSTRIAS AJM LTDA es una empresa dedicada a la producción y comercialización de productos de ebanistería, carpintería, ornamentación y vidrio. Cada una de las plantas de la compañía se encuentra ubicada en diferentes sitios de la ciudad de Bogotá, lo que genera que no se lleve un control y seguimiento adecuado a cada uno de los productos, por tal razón estos presentan baja calidad, pérdida del mismo, desperdicios, reproceso y demoras de entregas.

Además la distribución actual de instalaciones de las áreas de trabajo presenta desorganización ya que no existe un sitio definido para el almacenaje de materia prima, producto en proceso y producto terminado, originando así, aumento de riesgos de accidentes de empleados y personal ajeno debido a la obstaculización de pasillos para la circulación. También se presenta pérdida de las herramientas, piezas y material (Materia prima y productos) de trabajo, daño de productos y pérdidas de tiempos en busca de material o bienes.

Por otro lado, se encuentra que no hay una distribución adecuada de los puestos de trabajo, ni ubicación correcta de máquinas y por consiguiente se ha obviado la aplicación de normas de seguridad industrial, ergonomía de puestos de trabajo, demarcación de equipos, y espacios adecuados para cada una de las áreas que componen la organización.

Estas omisiones han generado bajo rendimiento de la producción y mala comunicación entre los distintos sectores de INDUSTRIAS AJM LTDA.

1.1.2. Formulación.

¿Cuál es la mejor distribución de planta en Industrias AJM Ltda., que optimice el uso de los recursos?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. General.

Realizar el diseño de distribución de planta en Industrias AJM Ltda., en la ciudad de Bogotá.

1.2.2. Específicos.

- Establecer la situación actual de la empresa mediante la medición y análisis de las variables encontradas en la organización.
- Establecer la macro-localización de planta para Industrias AJM Ltda.
- Definir la distribución de planta para Industrias AJM Ltda.

1.3. DELIMITACIÓN

1.3.1. Tiempo.

El tiempo que toma el proyecto es desde Enero de 2010 a Julio de 2010.

1.3.2. Espacio.

El escenario en que se desarrolla este proyecto es en las instalaciones de Industrias AJM Ltda., el área de carpintería y ebanistería se encuentra ubicada en la calle 70c # 107d - 60 en la localidad de Engativá de la ciudad de Bogotá, la ornamentación se encuentra ubicada en la calle 67 # 105-58 en la localidad de Engativá de la ciudad de Bogotá y por último el vidrio en la calle 75 110a - 43 en la localidad de Engativá de la ciudad de Bogotá.

Es necesario aclarar que mediante este proyecto se busca la propuesta de una nueva localización y según las disposiciones del gerente, esta deberá ser en la ciudad de Bogotá.

1.3.3. Temática.

La temática que se va a llevar a cabo es: Diseño y distribución en planta.

Para llevar a cabo la temática, el proyecto se centrará en la propuesta de una nueva localización, con la distribución de planta respectiva integrando todas las áreas de producción.

1.4. METODOLOGÍA

El tipo de investigación que se utiliza en este proyecto es de enfoque Cualitativo – descriptiva – aplicada. En el enfoque cualitativo se efectúa una descripción de atributos y observaciones que se realizan a lo largo del proyecto, teniendo en cuenta diferentes condiciones y circunstancias que afectan directamente a la empresa INDUSTRIAS AJM LTDA.

La investigación descriptiva trabaja sobre la información que la empresa suministra, los procedimientos establecidos, las situaciones que ocurren inesperadamente en la misma y un desglose paso a paso de procesos, maquinaria, y demás recursos de la organización.

La investigación aplicada depende de los hallazgos identificados en la investigación, de esta manera se valen de conocimientos y teorías necesarios para aplicar en INDUSTRIAS AJM LTDA, logrando efectividad y claridad en la ejecución del proyecto.

Para el desarrollo de este proyecto se ha tenido en cuenta el siguiente proceso metodológico:

Tabla 1: Proceso metodológico

OBJETIVO GENERAL		
Realizar estudio de localización y distribución de instalaciones para la empresa INDUSTRIAS AJM LTDA en la ciudad de Bogotá D.C		
OBJETIVOS ESPECIFICOS	ACTIVIDADES	HERRAMIENTAS
Establecer la situación actual de la empresa mediante la medición y análisis de las variables encontradas en la organización.	<ul style="list-style-type: none"> Definición de variables. Medición y análisis de variables. 	<ul style="list-style-type: none"> Observación directa. Diagrama de pareto. Diagramas de flujo de proceso. Diagramas de ensamble.
Establecer la macrolocalización de planta para Industrias AJM Ltda.	<ul style="list-style-type: none"> Realización de búsqueda de alternativas. Evaluación de alternativas. Selección de alternativas. 	<ul style="list-style-type: none"> Métodos de localización: <ul style="list-style-type: none"> - Cualitativo - Cuantitativo
Definir la distribución de planta para Industrias AJM Ltda.	<ul style="list-style-type: none"> Realización de distribución de planta. Levantamiento de planos de INDUSTRIAS AJM LTDA. 	<ul style="list-style-type: none"> Métodos de distribución. Autocad y/o visio.

Fuente: Autores.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

2.1.1. La empresa

INDUSTRIAS AJM LTDA. cuya actividad económica se centra en trabajar la madera, el acero y el aluminio de acuerdo a las necesidades de los clientes, fue constituida en Mayo de 2007 por tres (3) socios quienes vieron la necesidad de incursionar en el mundo empresarial, convirtiéndose en una fuente generadora de empleo para el sector.

El modelo administrativo de operación bajo el cual desarrolla su actividad económica actualmente se centra en el establecimiento de su misión y visión como lineamientos generales.

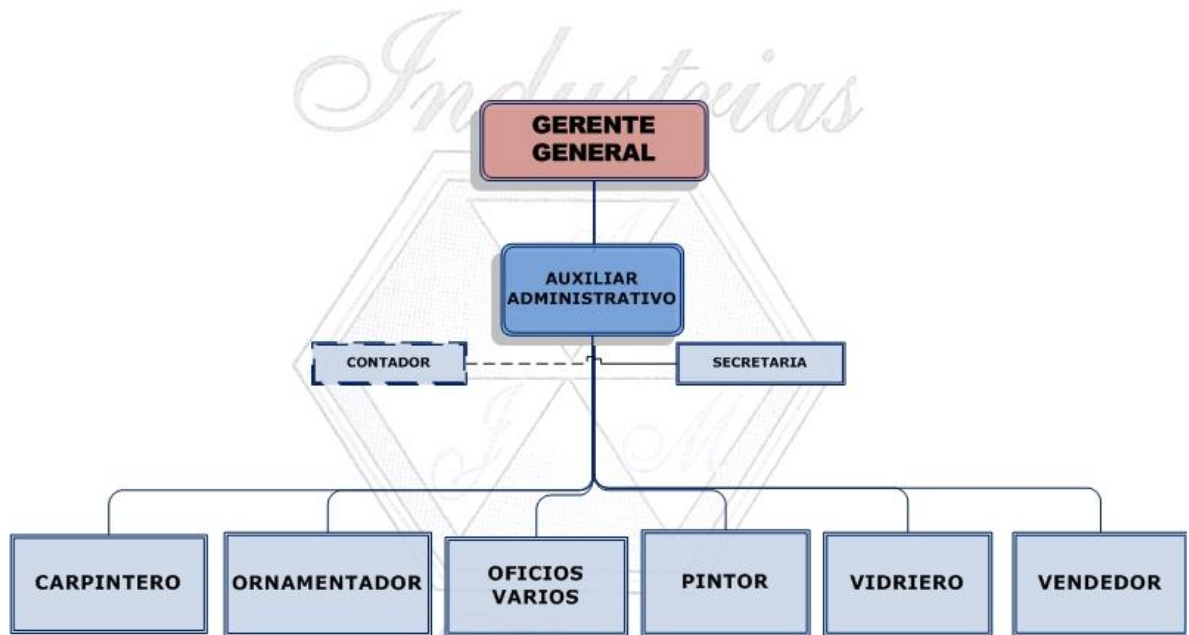
2.1.1.1 Estructura organizacional. Actualmente la empresa cuenta con un total de veintiún (21) trabajadores distribuidos así:

- Área administrativa: cuatro (4) empleados.
- Área comercial: un (1) empleado.
- Área de producción: dieciséis (16) empleados.

La figura 1 representa la estructura organizacional manejada bajo dos (2) niveles jerárquicos, cuya asignación de responsabilidades se centra en la ejecución de actividades bajo la modalidad de trabajo a destajo para los trabajadores del área de producción.

La jornada laboral da inicio desde las 8:00 a.m. terminando a las 6:00 p.m. tomando recesos de una (1) hora para almuerzo y una (1) hora para descanso.

Figura 1. Esquema Organizacional de Industrias AJM Ltda.



Fuente: Autores, basado en información suministrada por el gerente de INDUSTRIAS AJM LTDA.

2.1.1.2 Diversificación de productos. Para hacer la clasificación general de los productos, estos se han compilado a través de familias teniendo en cuenta como patrón diferenciador el proceso productivo de cada uno de ellos. A continuación se desglosa la clasificación general de cada producto con su respectiva familia:

- Familia de hogar - Carpintería
 - Puertas en madera
 - Bibliotecas
 - Closet
- Familia de hogar - Ebanistería
 - Comedores
 - Muebles de baños
 - Mesas de centro
 - Camas
 - Sillas
 - Sofás
 - Escaleras en madera

- Familia productos especiales
 - Puestos de trabajo
 - Recepciones
 - Mesas de juntas
 - Counters
 - Cocinas integrales

- Familia de productos en aluminio y acero
 - Puertas de aluminio y acero
 - Rejas
 - Barandas

- Familia de productos de vidrio
 - Vidrio templado
 - Espejo

2.1.1.3 Producción mensual. Hasta la fecha la empresa no cuenta con algún tipo de registro de datos de venta históricos. Los datos relacionados en el Anexo A, el cual muestra las ventas totales de los productos para los periodos de Diciembre del 2009, Enero, Febrero, Marzo y Abril de 2010, fueron suministrados por el gerente, a partir de lo cual se ha calculado el promedio de producción mensual mostrado en la tabla 2 para cada una de las familias mencionadas anteriormente.

Tabla 2. Promedio de producción mensual

No.	TIPO DE FAMILIA	UNIDAD	CANTIDAD PROMEDIO MENSUAL
1.	Familia de hogar – Carpintería		
1.1.	Puertas en madera	Unidad	42
1.2.	Bibliotecas	Unidad	12
1.3.	Closet	Unidad	18
2.	Familia de hogar – Ebanistería		
2.1.	Comedores	Unidad	10

No.	TIPO DE FAMILIA	UNIDAD	CANTIDAD PROMEDIO MENSUAL
2.2.	Mesas de centro	Unidad	18
2.3.	Camas	Unidad	17
2.4.	Sillas	Unidad	40
2.5.	Muebles de sala	Unidad	11
2.6.	Puestos de trabajo	Unidad	14
2.7.	Recepciones	Unidad	10
2.8.	Mesas de juntas	Unidad	5
2.9.	Counters	Unidad	18
2.10.	Cocinas integrales	Unidad	6
3.	Familia productos de ornamentación		
3.1.	Puertas	Unidad	5
3.2.	Rejas	Unidad	20
3.3.	Barandas	Unidad	15
4.	Familia productos de vidrio		
4.1.	Vidrio templado	m ²	100
4.2.	Espejo	m ²	30

Fuente: Autores, basado en información suministrada por el gerente de INDUSTRIAS AJM LTDA.

Es necesario aclarar que después de definido el promedio mensual de ventas, las cifras fueron constatadas con el gerente y propietario de la compañía quien avaló mismas, de manera que el promedio que se ha definido en la tabla 2 constituirá la base para efectuar todo el estudio de diseño de distribución de planta.

2.1.1.4. Equipos y herramientas. A continuación se presentan los equipos y herramientas utilizados en el proceso de carpintería, ornamentación y vidrio para la obtención de los productos que se comercializan, teniendo en cuenta que sólo se encuentra el nombre comercial; una descripción más detallada de cada uno de ellos está contenida en el Anexo B.

- Equipos para el proceso de carpintería y ebanistería
 - Acolilladora
 - Cepillo industrial
 - Planeadora
 - Ruteadora
 - Sierra circular
 - Sierra sinfín
 - Taladro de árbol
 - Trompo

- Herramientas para el proceso de carpintería y ebanistería
 - Aerógrafo
 - Brocha
 - Caladora
 - Cepillo manual
 - Destornillador
 - Escuadra
 - Flexómetro
 - Formones
 - Lijadora manual
 - Nivel
 - Pincel
 - Pistola de baja presión para pintura
 - Pistola de alta presión para pintura
 - Segueta
 - Serrucho
 - Taladro inalámbrico
 - Taladro de percusión
 - Taladro de trabajo pesado

- Equipos para el proceso de ornamentación
 - Cortadora de acero
 - Dobladora
 - Compresor de aire
 - Equipo de soldadura

- Herramientas para el proceso de ornamentación
 - Buril
 - Lima
 - Broca
 - Molde
 - Prensa de banco

- Herramientas para el proceso de vidrio
 - Chupa
 - Escuadra
 - Flexómetro
 - Nivel
 - Pistola de silicona
 - Pulidora

2.1.1.5. Distribución de instalaciones. Como se mencionó anteriormente, la empresa ejecuta sus operaciones en tres (3) diferentes locaciones, la locación de ebanistería y carpintería, la locación de ornamentación y la locación de vidrio, así pues la representación de cada distribución de planta se encuentra en el Anexo C, Anexo D y Anexo E respectivamente.

2.1.1.6. Características de clientes. Industrias AJM Ltda. siendo una microempresa, a lo largo de su trayectoria se ha caracterizado por suplir las necesidades de sus clientes, agrupados estos en las categorías mencionadas a continuación:

- Avianca
- Banco de Bogotá
- Restaurantes
- Hogares
- Clientes nacionales

Situados los cuatro (4) primeros en la ciudad de Bogotá, cabe aclarar que la tendencia de la compañía es ampliar en mayor proporción los clientes de los hogares, ya que desde el inicio de Industrias AJM Ltda. el comportamiento de

fabricación de los productos que surten este tipo de clientes han sido los de mayor producción.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Ubicación de instalaciones.

El problema de la localización de instalaciones industriales, es común tanto para las empresas nuevas como para las ya existentes. Esta planeación es fundamental para el éxito de una empresa. Las decisiones para la ubicación de compañías manufactureras y de servicios se fundamentan en una serie de criterios que se rigen por aspectos relacionados con las necesidades de la organización.

El proceso de seleccionar la ubicación de una instalación, consiste en realizar un estudio sistemático para determinar el sitio más conveniente que certifique la eficacia y eficiencia de las operaciones.¹

- Localizar cualquier tipo de industria busca fundamentalmente minimizar costos y maximizar beneficios, teniendo en cuenta criterios específicos que deben ser evaluados para proyectar la mejor alternativa y así tomar decisiones, dando cumplimiento a metas y objetivos trazados por la organización. A continuación se analizan algunos factores importantes que influyen en la localización de instalaciones industriales.
- Proximidad a clientes: Ubicar una empresa en cercanías a los clientes es muy importante pues logra suplir las necesidades de los mismos con una mejor atención, entregas más rápidas de productos, además se busca fidelizar los clientes de la organización.
- Sector comercial: Ubicación estratégica en cercanía a empresas de similar proceso productivo o tamaño.

¹ CHASE, JACOBS y AQUILANO. Administración de la producción y operaciones, Ed. Mc Graw Hill. Octava Edición. México. 2000.

- **Costos:** El principal objetivo es localizar la empresa en un sitio donde los costos sean mínimos, tanto en distribución como en mano de obra y en general.
- **Cercanía a proveedores:** Este factor es de vital importancia pues hace que la ubicación de la empresa resulte adecuado pues da contingencia a cualquier eventualidad que se presente al igual que reduce los costos de transporte.
- **Legislación ambiental:** En el momento de definir la localización de una industria deben tenerse en cuenta la normatividad que la rige pues de este factor se logra la mejor ubicación de una empresa y beneficios para la comunidad.
- **La mano de obra:** Aunque este perdiendo peso en entornos productivos tecnológicamente desarrollados, suele seguir siendo uno de los factores más importante en las decisiones de localización.
- **Calidad de vida:** Es un factor muy apreciado y considerado por las empresas en la localización de instalaciones, pues influye en la capacidad de atraer y retener el personal, se evalúan aspectos como: la educación, costo de la vida, el transporte público, clima, etc.

Aunque para las empresas todos los factores son de gran importancia existen unos aspectos más relevantes que otros que sirven de ayuda para constatar la mejor ubicación. En la figura 2 se destacan los factores de localización.

Para desarrollar un estudio de localización de instalaciones industriales es necesario tener en cuenta aspectos cualitativos y cuantitativos para poder evaluar las ventajas y desventajas que se presentan en cada uno de los métodos a estudio.

Existen dos métodos cualitativos: Método de Delphi y el Layout, en la tabla 3 se muestra las pautas a seguir en cada uno de los métodos; y tres métodos cuantitativos: Métodos de factores ponderados, Centro de gravedad y Análisis de punto muerto, en la tabla 4 se muestra las pautas a seguir en cada uno de los métodos.

Figura 2: Factores de Localización



Fuente: Richard Muther, 1977

Tabla 3. Métodos cualitativos de localización

MÉTODOS CUALITATIVOS DE LOCALIZACIÓN			
MÉTODO DELFI	Permite diagnosticar y analizar variables.	LAYOUT	Organización de procesos, áreas de trabajo, almacenamientos de Materia Prima, con el fin de producir óptimamente productos y/o servicios.
	Identifica los aspectos positivos y negativos de la organización.		Determinar y delimitar los espacios requeridos para cada área de operación, teniendo en cuenta la maquinaria, los puestos de trabajo, y áreas comunes para mayor acoplamiento.
	brinda oportunidades de mejora para la empresa.		Prioriza la cercanía entre áreas relacionadas para ejercer mayor efectividad productiva.
	Formar grupos de trabajo para determinar y analizar logros, metas y estrategias de la organización.		Minimizar tiempos ociosos de los trabajadores entre operaciones.
	Establecer políticas de investigación de mercados por medio de una matriz DOFA.		Optimizar costos de mantenimiento y operación.
	Proyectan las metas de la organización según resultados de la matriz DOFA.		Garantizar que el flujo de proceso cumpla con las especificaciones del producto.
	Implementar alternativas para cumplimiento de metas proyectadas.		Proveer por la seguridad industrial y salud ocupacional de los trabajadores de la organización.
	Priorizar las alternativas de mayor importancia para obtención de óptimos resultados.		Suministrar equipos y herramientas que permitan un excelente desempeño laboral.

Fuente: Richard Muther, 1977

Tabla 4. Métodos cuantitativos de localización

MÉTODOS CUANTITATIVOS DE LOCALIZACIÓN				
MÉTODO DE LOS FACTORES PONDERADOS	Identificar los factores o criterios que influyen en la toma de decisiones.	MÉTODO CENTRO DE GRAVEDAD	Situar fuentes de abastecimiento y destinos de producto terminado en el plano cartesiano.	ANÁLISIS DEL PUNTO MUERTO
	Proximidad de proveedores, minimizar costos de transporte, Mano de obra, costos de adecuación e instalación, costos generales de servicios.		Calcular el centro de gravedad con las siguientes ecuaciones:	
	Establece escala de ponderación de 0% a 100%		$C_x = \frac{\sum d_{ix} V_i}{\sum V_i} \qquad C_y = \frac{\sum d_{iy} V_i}{\sum V_i}$	
	Evaluar cada uno de los factores intervinientes en la localización.			
	Obtener la calificación Global de cada alternativa por medio de la ecuación: $C = \sum W_i \times P_i$			
Después de realizar cálculos la alternativa que contenga la mayor puntuación es la más recomendada para localización de una planta.		Esta técnica de localización Minimiza los costos de transporte de materias primas y producto terminado a sus destinos.		
			Determinar los costos fijos y variables	
			Establecer el costo total por medio de ecuación de la recta.	
			Graficar en el eje X los COSTOS y en el eje Y el VOLUMEN DE PRODUCCIÓN	
			Seleccionar el factor de localización que proporcione el costo total mínimo.	
			Analizar los resultados para determinar por que método de localización es mas factible tomar decisiones.	

Fuente: Richard Muther, 1977

2.2.2 Distribución de las instalaciones.

Es el proceso de ordenación física de los elementos industriales de modo que constituyan un sistema productivo capaz de alcanzar los objetivos fijados de la forma más adecuada y eficiente posible de las organizaciones².

La idea fundamental de la distribución de planta es arreglar los elementos en forma tal que permita un flujo de trabajado ininterrumpido (en fábrica) o un comportamiento determinado de tráfico (en una organización de servicio). Dentro de los elementos que permiten decidir la distribución se encuentra objetivos y criterios para evaluar el diseño; es decir, la cantidad de espacio requerido y la distancia que se debe recorrer entre los elementos, la estimación de la demanda del producto o servicios en el sistema y los requerimientos de procesamiento en términos número de operaciones y de la magnitud del flujo de entre los elementos de la distribución.

² Distribución De Planta [online]. s.f. [citado 10 Marzo, 2010]. Disponible en internet: <www.mitecnologico.com/Main/DistribucionDePlanta>

2.2.2.1 Principios de distribución de planta. Son los lineamientos básicos empleados para una adecuada distribución. Dentro de los cuales se encuentran los siguientes:

- Principio de la satisfacción y de la seguridad. Condiciones adecuadas para la satisfacción de los trabajadores.
- Principio de la integración de conjunto. La mejor distribución es la que integra a los hombres, materiales, maquinaria, entre otros.
- Principio de la mínima distancia recorrida. La distancia a recorrer por el material sea la más corta.
- Principio de la circulación o flujo de materiales. Ordenación del área de trabajo con el propósito de evitar cruces e interrupciones.
- Principio del espacio cúbico. Utilizar todo el espacio disponible de manera horizontal y vertical.
- Principio de la flexibilidad. La distribución pueda ajustarse o reordenarse con menos costos o inconvenientes.

2.2.2.2 Factores de la distribución. Cuando se habla de distribución en planta se tienen en cuenta los factores que contribuyen al mejoramiento continuo y eficaz de la organización. Están enfocados a la preservación y mejoramiento del bienestar y seguridad de los trabajadores, al igual que el incremento de la productividad en las organizaciones. Entre los principales se citan los siguientes:

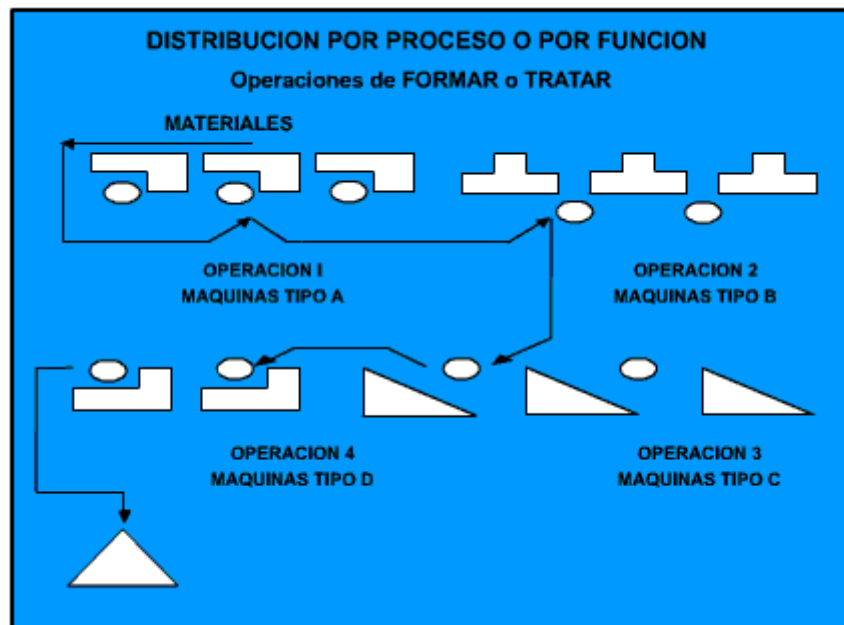
- Materiales: Diseños, características, variedad, cantidad, operaciones necesarias y su secuencia.
- Maquinaria: El proceso, las máquinas, equipos, y el herramental necesario.
- Mano de obra: Características y condiciones personales y ambientales para mano de obra directa, indirecta, técnica, entre otros.
- Movimientos: Movimiento de personas y materiales.

- Espera: Almacenes temporales, permanentes, salas de espera y retrasos.
- Servicios: Elementos, actividades y personal que ayudan a la producción. Se clasifican de la siguiente manera.
 - Servicio al personal.
 - Servicio al material
 - Servicio a la maquinaria.
- Edificio: Elementos y particularidades interiores y exteriores del mismo, instalaciones existentes, entre otros.
- Versatilidad, flexibilidad, expansión.

2.2.2.3 Tipos de distribución en planta. Los tipos de distribución en planta son empleados en diferentes industrias y están encaminados hacia diferentes objetivos, la utilización de estas herramientas en empresas productivas logra beneficios y posee ventajas competitivas ya que satisfacen sus necesidades, de clientes internos y externos. Hay cuatro tipos de distribución básicos utilizados: Distribución por procesos, Por productos, Fija y Células de trabajo (Células).

- Distribución por procesos (Llamada también *trabajo de taller o funcional*): Se agrupan el equipo o las funciones similares, de tal manera que se optimice su colocación relativa. Se caracteriza por la diversidad de productos, con una producción variable y volúmenes igualmente variable. La secuencia de realización de cada producto varía, entonces por esta razón el flujo también es variable. Requiere mano de obra calificada, autónoma y adaptable. En el manejo de material se presenta demoras y retrocesos; por lo general se maneja niveles altos de stock de materia prima y producto en procesos.

Figura 3: Distribución por Procesos



Fuente: Tipos básicos de distribución en planta, Universidad Nacional de Colombia. 2006.

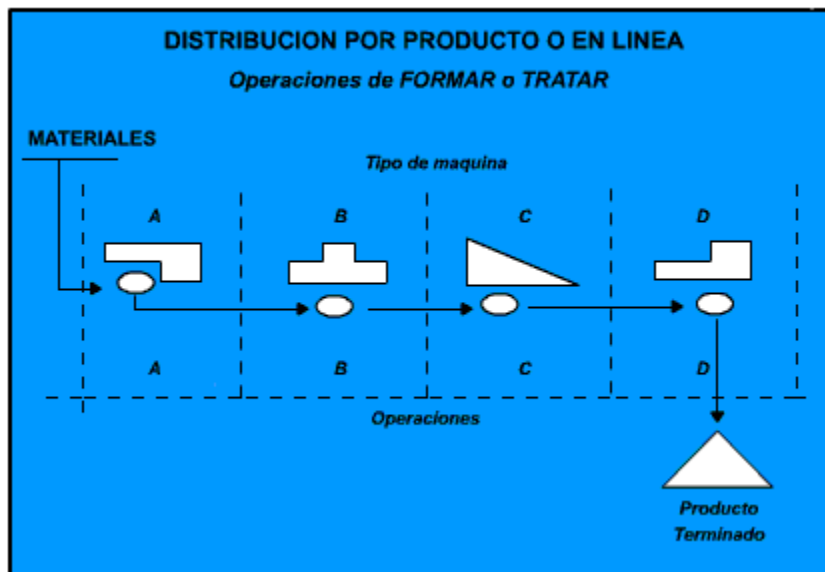
- Distribución por producto (Llamada *distribución de flujo de taller*): Es aquella en la que el equipo o procesos de trabajo se arreglan de acuerdo con los pasos consecutivos que sigue la fabricación del producto³. Se caracteriza por un alto volumen de producción constante (Producción estándar), con un flujo de trabajo en línea continua, la mano de obra poco calificada, trabajo rutinario, monótono, con personal de supervisión y mantenimiento, con manejo de materiales automatizado, con rotación de materia prima y producto en proceso, alto nivel de stock de producto terminado y alto nivel de inversión en maquinaria.

La gama de productos de este tipo de distribución son comúnmente los juguetes, electrodomésticos, automóviles, aviones, armas, equipos de jardinería, ropa y extensa variedad de componentes electrónicos. Por consiguiente, casi todos los productos que contengan varios elementos o partes y se produzcan a gran volumen utilizan líneas de ensamble. Las líneas son una tecnología importante y para comprender de manera adecuada los requerimientos, se hace necesario entender el balanceo de línea. Uno de los

³ BOCK, Robert H. Planeación y control de la producción. Limusa S.A. México. 1998

problemas fundamentales que se presentan en la distribución por producto es balancear la salida de cada estación de trabajo en la línea, con el objetivo de que sea igual en todas, mientras se obtiene la cantidad de salida deseada. Una línea de ensamble balanceada ayuda a la eliminación de tiempo ocioso en cada estación de trabajo y a la nivelación de cargas de trabajo de los empleados.

Figura 4: Distribución por producto



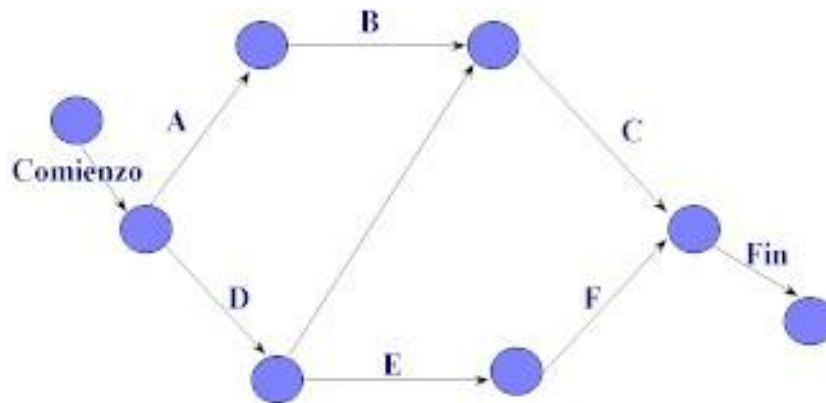
Fuente: Tipos básicos de distribución en planta, Universidad Nacional de Colombia. 2006.

Balanceo de línea es problema de programación de la tarea y suele afectar la distribución, esto puede ocurrir cuando el tamaño de la estación o el número utilizado deben ser modificados físicamente. A continuación se muestra el procedimiento a seguir para el balanceo de línea:

Pasos para balancear una línea de ensamble:

- Especificar las relaciones secuenciales entre las tareas utilizando un diagrama de precedencia. El diagrama consiste en círculos y flechas. Los círculos representan las tareas individuales y las flechas indica el orden a seguir la tarea.

Figura 5: Diagrama de precedencia



Fuente: María Alejandra Hinojosa, Producción Procesos y Operaciones 2003.

- Determinar el tiempo requerido del ciclo de la estación de trabajo (C) mediante la fórmula

$$C = \frac{\text{Tiempo producción día}}{\text{Producción requerida día}}$$

Determinar el número mínimo teórico de estaciones de trabajo (N_t) que se requiere para cumplir con la restricción del tiempo del ciclo de la estación de trabajo. Utilizar la siguiente fórmula:

$$N_t = \frac{\text{Suma tiempos de las tareas}(T)}{\text{Tiempo ciclo}}$$

- Seleccionar la regla principal para asignar las tareas a las estaciones de trabajo y una regla secundaria para romper los empates. La regla principal es asignar tareas en un orden descendente y la regla secundaria es cuando existen empates en la regla principal la cual consiste dar prioridad a las tareas que requieran el tiempo más largo. Dentro de las reglas mencionadas anteriormente se tienen:
 - ✓ FCFS, primero en llegar, primero en servir (first-come, first-servend). Los trabajos se procesan en las secuencias en que entraron al taller.
 - ✓ SPT, tiempo mínimo de procesamiento (shortest processing time). Los trabajos se ordenan en tiempos crecientes de procesamiento. Primero es el trabajo con el tiempo mínimo de procesamiento, en

segundo lugar el trabajo con el siguiente tiempo más corto de procesamiento, y así sucesivamente.

- ✓ EDD, fecha mínima de entrega (earliest due date). Los trabajadores se ordenan de acuerdo con fechas de entregas crecientes. Primero es el trabajo con la fecha de entrega más próxima, a continuación el que tenga la siguiente fecha de entrega, y así sucesivamente.
- ✓ CR, relación crítica (critical ratio). La programación por relación crítica requiere considerar al cociente del tiempo de procesamiento de un trabajo dividido entre el tiempo remanente hasta fecha de entrega, de tal manera que se programa al trabajo con la mayor relación crítica como el siguiente por procesar.

- Asignar las tareas, una a la vez, a la primera estación de trabajo, hasta que la suma de la tarea de los tiempos sea igual al tiempo del ciclo de la estación de trabajo. Repetir el proceso para la estación de trabajo 2, la estación de trabajo 3 y así sucesivamente hasta que hayan asignado las tareas.
- Evaluar la eficiencia del balanceo derivado utilizando la fórmula:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Suma tiempos de las tareas}(T)}{\text{Número real de estaciones } (N_a) * \text{Tiempo ciclo estación de trabajo}(C)}$$

- Si la eficiencia es insatisfactoria, vuelva a balancear utilizando una regla de decisión diferente. Por ejemplo, si la eficiencia es 77% indica un desequilibrio del 23% en tiempo de inactividad ($1.0 - 0.77$). Para mejorar la línea se puede equilibrar con la regla secundaria y rompe los empates con la regla principal (esto le dará una equilibrio factible).
- Distribución por posición fija: Es donde el producto permanece en una sola ubicación y el grupo de trabajadores se traslada hasta el producto. Se caracteriza por productos elaborado bajo pedidos con bajo volúmenes o por unidad. El flujo de trabajo es mínimo debido a que los factores van hacia él, la mano de obra es flexible con capacidad para asignaciones de trabajo muy variable, el manejo de materiales es muy escaso y muy variable, ya que los inventarios registran frecuentes inmovilizaciones de materiales, se utiliza el espacio disponible para unas pocas unidades por vez. La inversión de este tipo de sistema es de nivel bajo o mediano.

Figura 6. Distribución por Posición Fija



Fuente: Optimización de la distribución en planta de instalaciones industriales mediante algoritmos genéticos, 2006.

La siguiente tabla 5 contiene un resumen completo de las principales características de las distribuciones por producto y por proceso, enfrentando sus cualidades fundamentales:

Tabla 5. Características de las distribuciones por producto y por proceso

CARACTERÍSTICA	PRODUCTO	PROCESO
Tipo de proceso	Continuo	Intermitente
Equipos	Específicos	Generales (estándar)
Volumen de producción	Alto	Medio
Demanda	Estable	Variable
Nº de productos que se pueden fabricar	Bajo	Alto
Espacio materiales en curso	Pequeño	Grande
Programación de la producción	Sencilla	Compleja
Mantenimiento	Fundamental (crítico)	Importante
Calificación mano de obra	Sencilla	Compleja
Periodo de maduración	Bajo	Alto
Flexibilidad	Baja	Alta
Inversión	Alta	Media

Fuente: www.mitecnologico.com/Main/DistribucionDePlanta, citado 10 Marzo, 2010.

- Células de trabajo o células de fabricación flexible: Se agrupan máquinas diferentes para la formación de centros de trabajo (o células) donde se elaboran productos con formas y requerimientos similares. La distribución por grupo de tecnologías es la combinación de la distribución por proceso y por producto, por la razón de la agrupación esta diseñada para realizar una serie específica de los procesos y por producto porque se diseña un límite de productos.

Cabe anotar, que este tipo de distribución optimiza los espacios en la planta de producción y control el control de equipos y herramientas de la industria.

El objetivo general es obtener beneficios de la distribución por procesos para distintas clases de producción en el taller. Dentro de los beneficios se tienen los siguientes⁴:

- Mejores relaciones humanas
- Experiencia mejorada del trabajador
- Menos inventario en proceso y menos manejo de material
- Preparación más rápida de la maquinaria

2.2.2.4 Proceso de la distribución en planta. Método S.L.P (Sistematic Layout Planning – Planificación Racional de la Distribución en Planta)⁵. El método S.L.P. (Planeación sistemática de la distribución en planta), es un conjunto de fases que permite abordar sistemáticamente un proceso de distribución de planta.

El objetivo fundamental es fijar un cuadro operacional de fases, una serie de procedimientos y un conjunto de normas que permiten identificar, valorar y fijar estándares requeridos para la distribución de planta.

A continuación se muestra el procedimiento:








- Análisis de productos-cantidades: Se debe conocer la cantidad y volumen de materia prima y productos a procesar.
- Definición del Proceso Productivo (Diagrama de Proceso): Se debe definir las actividades del proceso productivo y ordenarlas consecutivamente.

⁴ CHASE, JACOBS y AQUILANO. Administración de la producción y operaciones. Ed. Mc Graw Hill. Octava Edición. México. 2000.

⁵ Ibit. 363 p.

Cada actividad contiene un símbolo general. A continuación en la tabla 6 se muestra los símbolos utilizados en los diagramas de proceso:

Tabla 6. Simbología ASME

ACTIVIDAD	SÍMBOLO	FUNCIÓN
Operación		En su concepto, por productividad, se utiliza para referirse a cualquier acción tendiente a aumentar el valor de las materias primas
Transporte		Indica transporte o movimiento de materias primas desde una estación de trabajo a otra. Fundamentalmente, el símbolo significa que el material ha salido de un puesto de trabajo a otro, representando a su vez una transferencia de responsabilidades entre los trabajadores.
Inspección		Se usa para todas las tareas relacionadas con el examen o comprobación de la calidad del trabajo, independiente si se lleva a cabo por un trabajador o un grupo de trabajadores.
Espera		Este símbolo indica que se está a la espera de materias primas: PROVISIONAL, ó también indica demora en el desarrollo del tipo de producción que se ha instaurado por fabricación: O ESPERA.
Almacenaje		Un triángulo derecho indica almacenamiento de producto terminado; un triángulo invertido indica almacenamiento de materia prima.
Actividad combinada		Combinación de la operación con la inspección.
Trazo		Indica la llegada de productos en el proceso

Fuente: Niebel, 1993.

- Tabla de relaciones: La tabla de relaciones es una matriz diagonal donde se indican las actividades del proceso, en esta se muestra el grado de importancia de ubicar cada departamento adyacente a otro teniendo en cuenta ciertas valoraciones:

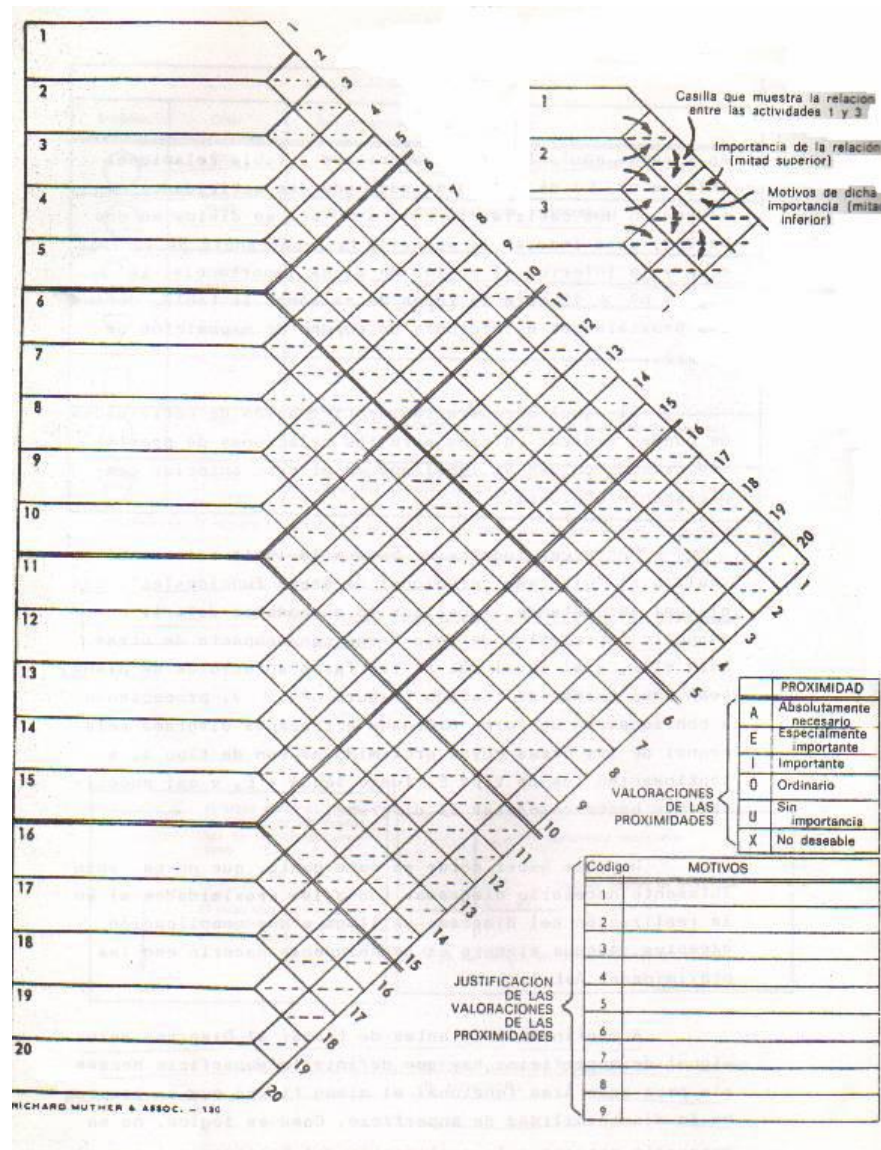
Tabla 7. Grado de ubicación

A:	Absolutamente necesario
E:	Especialmente importante
I:	Importante
O:	Ordinario
U:	Sin importancia
X:	Indeseable
XX:	Muy indeseable

Fuente: Fuente: www.uclm.es/area/ing_rural/assignaturaProyectos. Citado 10 Marzo, 2010.

En la figura 7 se muestra la tabla de relaciones indicando la proximidad de un departamento a otro.

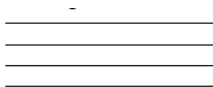
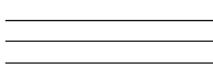
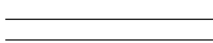

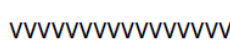
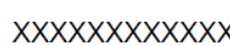
Figura 7: Esquema de Relaciones



Fuente: Richard Muther, 1977

- Diagrama relacional de áreas funcionales: El diagrama permite obtener las posiciones relativas de los departamentos frente a otros teniendo en cuenta la tabla de relaciones y trazando valoraciones de proximidad de la siguiente manera:

Figura 8: Estimaciones de importancia

A		4 líneas
E		3 líneas
I		2 líneas
O		1 línea
U		ninguna línea
X		línea zig-zag
XX		doble zig-zag

Fuente: www.uclm.es/area/ing_rural/asignaturaProyectos. Citado 10 Marzo, 2010.

- Cálculo de superficies y definición de necesidades de máquinas e instalaciones: Se tiene que tener en cuenta los equipos y maquinaria a utilizar para realizar los respectivos cálculos de las superficies de cada una de las áreas. Los métodos para calcular los espacios son los siguientes:

- **Determinación de los espacios por extrapolación:** Se basaría en el estudio y análisis de espacios dedicados a la misma actividad en otras fábricas ya existentes y extrapolarlos al diseño que está ejecutando.

- **Utilización de las normas de espacio:** Existen normas estándar de espacio preestablecidas que me van a determinar las necesidades de espacio.

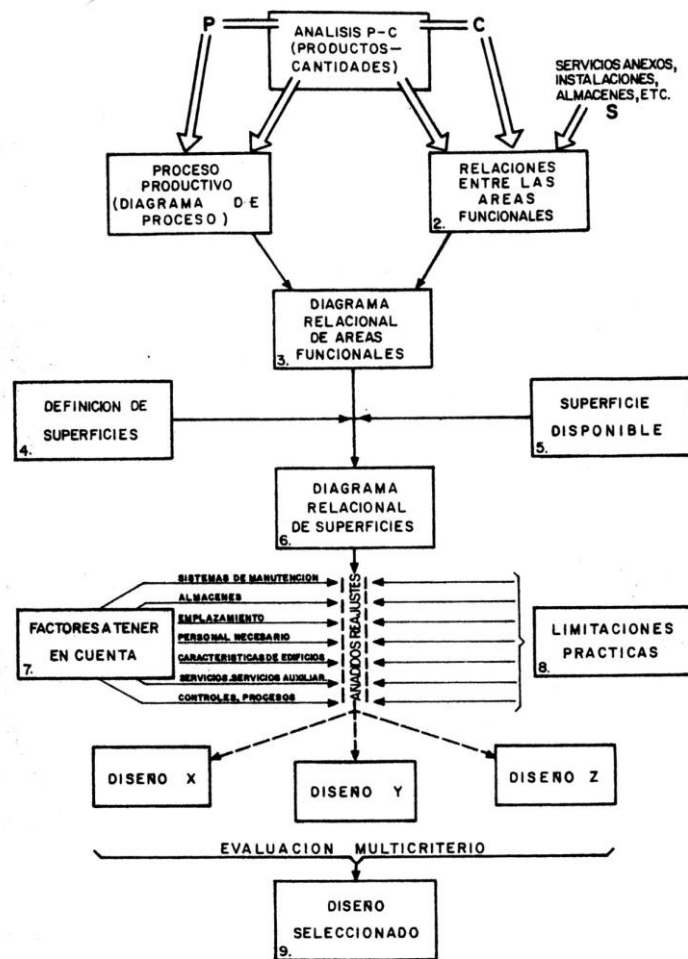
Norma para espacio requerido mínimo de una maquina.

- Longitud x anchura.
- Más 45 cm. por tres de sus lados para limpieza y reglajes.
- Más 60 cm. en el lado donde se sitúe el operario.
- Coeficiente que multiplica a la superficie obtenida para considerar pasillos, vías de acceso y servicios.

Por último se tiene en cuenta todos los factores y limitaciones técnicas se plantean uno o varios diseños alternativos entre los que se elegirá el más idóneo para las necesidades.

A continuación la figura 9 muestra el modelo del procedimiento a seguir para llevar a cabo el modelo S.L.P.

Figura 9. Modelo del procedimiento del método S.L.P



Fuente: www.mitecnologico.com/Main/DistribucionDePlanta, citado 10 Marzo, 2010.

2.2.3 Ingeniería de métodos

La ingeniería de métodos es una técnica que de manera ordenada y sistemática permite evaluar las actividades que realiza un trabajador, con el fin de generar mejoras en la productividad de las organizaciones. En consecuencia se puede definir que la ingeniería de métodos es la técnica para aumentar la producción por unidad de tiempo y, en consecuencia, reducir el costo por unidad⁶.

Se define la ingeniería de métodos como el estudio del trabajo enfocado a la productividad. El estudio de métodos se fundamenta en dos conceptos: El estudio de métodos y la medida del trabajo. El estudio del método intenta minimizar el trabajo innecesario generado, la mayoría de veces por causas como el diseño de producto o la gestión de procesos ineficaces; mientras que la medida del trabajo es la eliminación de tiempo ocioso o inútil de los trabajadores.

Cabe tener presente que esta técnica se encarga de optimizar los recursos de la organización en función de los niveles de productividad, ayudando de esta manera a la realización de nuevos métodos y a la reducción de movimientos de materiales y trabajadores.

Por otro lado, el proceso sistemático permite realizar análisis de forma ordenada y precisa de los procedimientos y mediciones del desempeño de los trabajadores. De esta manera se emplean las técnicas que permiten el registro de información, teniendo en cuenta que los registros ayudan a realizar diagnósticos de una situación dada y análisis de las maneras de realizar el trabajo. Las fases del proceso sistemático que se lleva a cabo son las siguientes:

- Selección del proyecto.
- Obtención de los hechos.
- Efectuar un análisis.
- Desarrollar el método ideal.
- Presentar el método ideal.

⁶ NIEBEL, Benjamín. Estudio de tiempos y movimientos. Alfaomega. 1993.

- Implementar el método propuesto.
- Evaluar el método propuesto.
- Establecer estándares de tiempo.
- Seguimiento del método.

Para el realizar la segunda etapa, obtención de los hechos se hace necesario utilizar instrumentos de recopilación de información. A continuación en la tabla 8 se encuentra una clasificación de los distintos diagramas empleados en la ingeniería de métodos:

Tabla 8. Diagramas de ingeniería de Métodos

DIAGRAMAS DE INGENIERÍA DE MÉTODOS		
1.	Indican la sucesión de los hechos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diagrama de flujo de proceso. ▪ Diagrama de ensamble de operaciones.
DIAGRAMAS DE INGENIERÍA DE MÉTODOS		
2.	Sucesión con escala de tiempo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diagrama de actividades múltiples. ▪ Hombre máquina.
3.	Indican Movimiento (Recorrido)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diagrama de recorrido ▪ Diagrama de hilos

Fuente: Diseño y Medida del Trabajo: Métodos y tiempos. 2009

• Diagrama de recorrido

El diagrama de recorrido muestra los puestos de trabajo, las máquinas y el recorrido que tiene que hacer el producto o alguno de sus componentes; utiliza los símbolos mencionados en la tabla 6. Simbología ASME.

A continuación se muestra en la figura 6 un ejemplo de un diagrama de recorrido de recepción de materiales de una fábrica de aviones.

- **Diagrama de ensamble de operaciones**

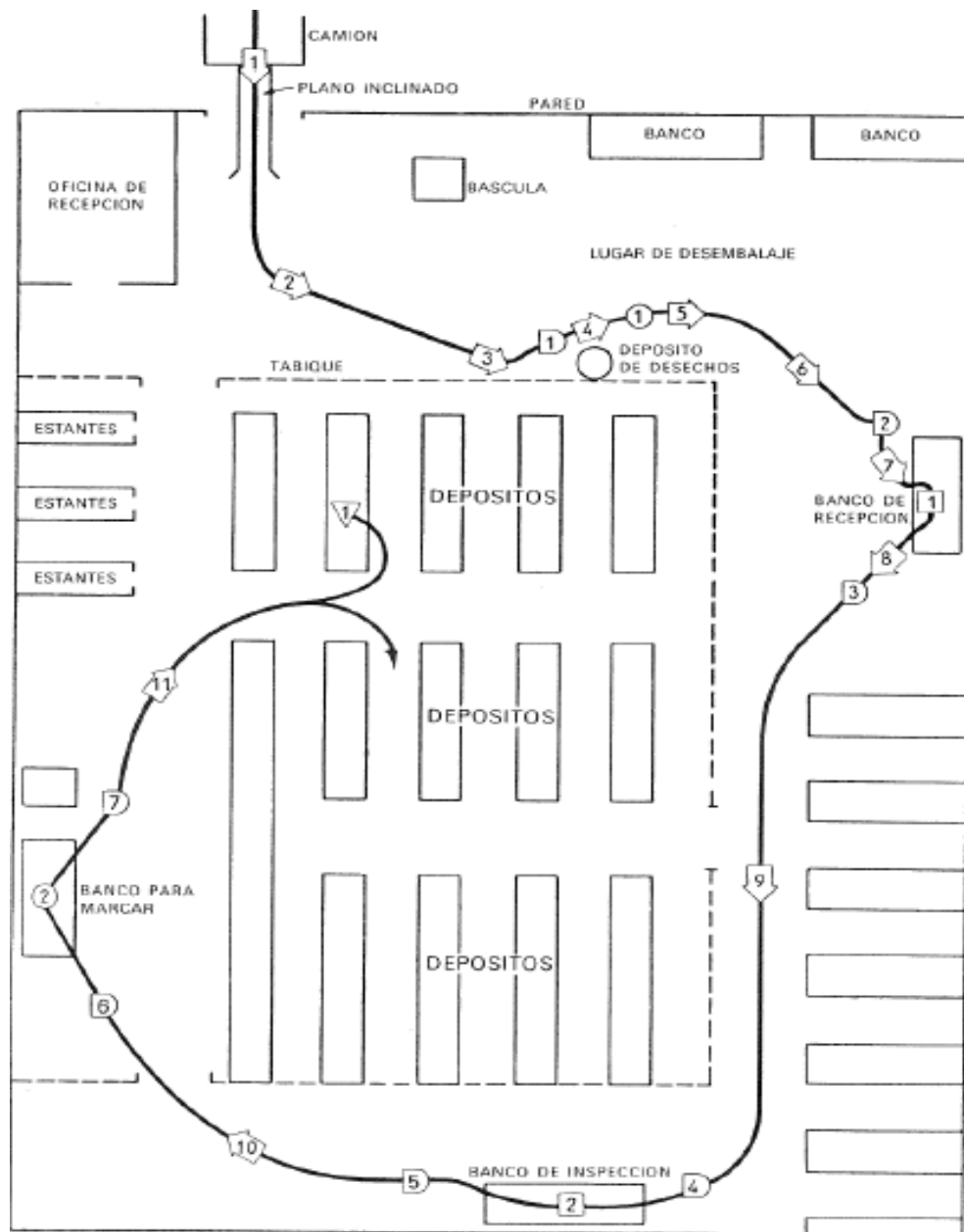
Permite mirar como transcurren las operaciones e inspecciones del algún proceso. En la figura 10 se muestra un ejemplo para realizar un mueble.

- **Diagrama de flujo de proceso**

Es una representación gráfica de las actividades que se realiza en un proceso. De esta manera permite realizar análisis de problemáticas encontradas.

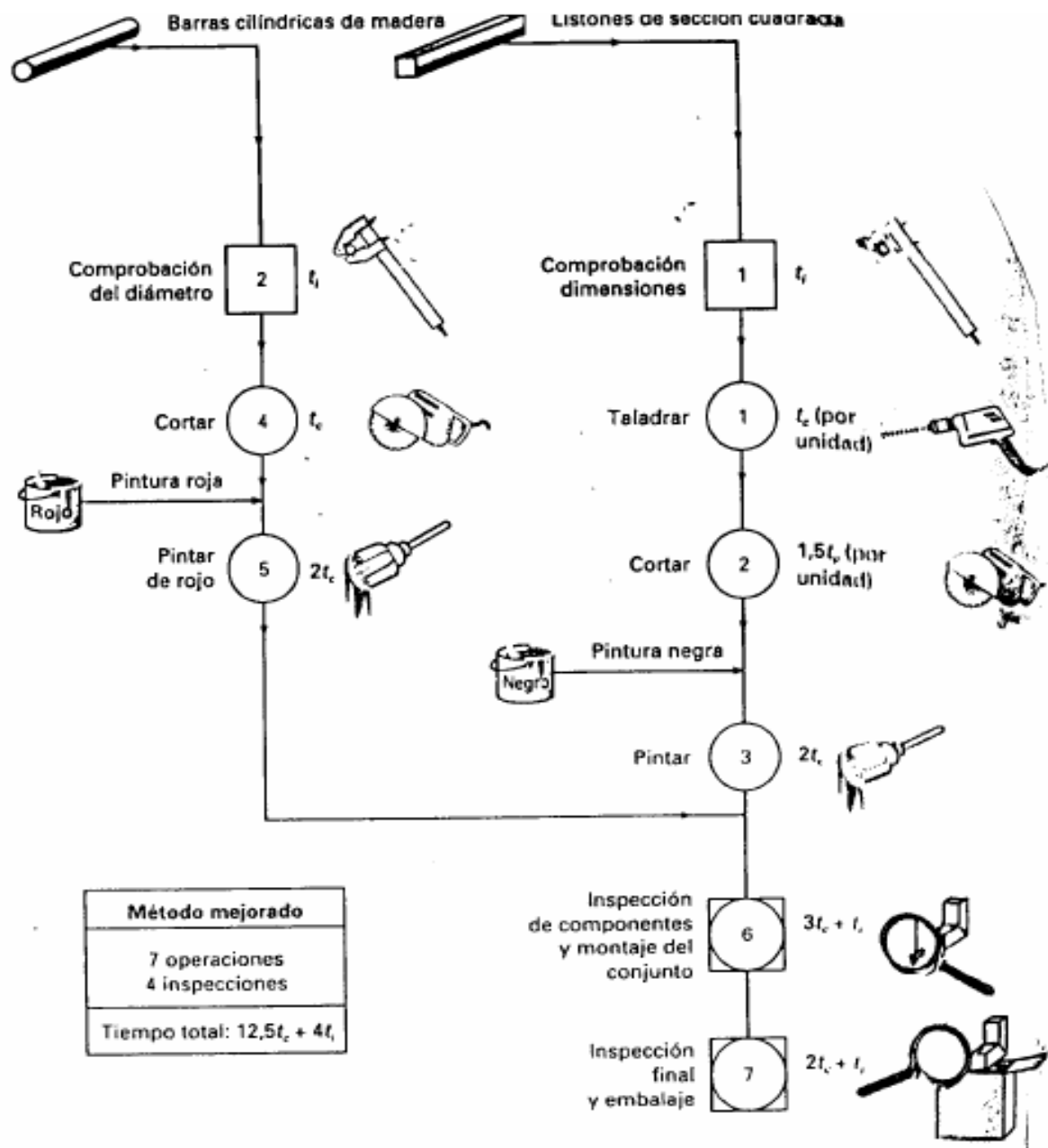
En la figura 11 se puede apreciar un ejemplo del diagrama de flujo de proceso de fabricación de bases metálicas para electrodomésticos.

Figura 10. Diagrama de recorrido de una fábrica de aviones



Fuente: Diseño y Medida del Trabajo: Métodos y tiempos. 2009

Figura 11. Diagrama de ensamble de operaciones



Fuente: Diseño y Medida del Trabajo: Métodos y tiempos. 2009

Figura 12. Diagrama de flujo de proceso

LEVANTO: <u>M. Andrés Berrio Cifuentes</u>		AUTORIZO: <u>Mario Berrio Posada</u>		FECHA: <u>Oct 14 - 02</u>	
DIAGRAMA COMIENZA		<u>En la sección de cizalla</u>			
DIAGRAMA TERMINA		<u>En almacén de producto terminado</u>			
DIAGRAMA :		ACTUAL	<input checked="" type="checkbox"/>	PROPUESTO	<input type="checkbox"/>
		HOMBRE	<input type="checkbox"/>	MATERIAL	<input checked="" type="checkbox"/>
PROCESO :		<u>Fabricación de bases metálicas para electrodomésticos</u>			
OBSERVACIONES :					

No	DESCRIPCIÓN	○ OPERACIÓN	⇨ TRANSPORTE	□ INSPECCION	◇ DEMORA	▽ ALMACENAJE	CANTIDAD (unidades)	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	POSIBILIDAD					OBSERVACIONES
										ELIMINAR	MEJORAR	CAMBIAR		MAQUINA	
												PERSONAL	SECUENCIA		
1	En almacén de M.P.					x									
2	A la cizalla en carro de mano		x												
3	En la cizalla en demora				x		1	2,000							
4	Cortar en cuatro partes						1	3,500							
5	A la prensa en carretilla		x				1								
6	En prensa en espera de operario				x		1	4,000							
7	Levantar hasta la mesa		x				1	0,200							
8	Trabajo en prensa		x				1	3,250							
9	A la dobladora en carretilla		x				1								
10	En dobladora, espera turno				x		1	2,000							
11	Levantar hasta la mesa		x				1	0,200							
12	Trabajo de doblado														
13	A soldadura de punto en carretilla		x												
14	Espera entrega de trabajo				x		1	0,500							
15	En espera de ser soldada				x		1	2,500							
16	Soldar por puntos		x				1	7,500							
17	A la mesa de acabado en carretilla				x		1								
18	Limado de asperezas con esmeril		x				1	1,500							
19	Inspección por atributos			x				0,500							

RESUMEN									
SIMBOLO	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		COSTOS PROM. / HORA	VALOR DE LA DIFERENCIA	
	No.	TIEMPO	No.	TIEMPO	No.	TIEMPO			
○ OPERACIÓN	5	12,650	1	1,523	4	11,127	\$ 6.700,0	\$ 1.242,5	
⇨ TRANSPORTE	4	0,000	0	0	4	0		\$ 0,0	
□ INSPECCION	1	0,500	0	0	1	0,5		\$ 0,0	
◇ DEMORA	6	11,000	0	0	6	11		\$ 0,0	
▽ ALMACENAJE	1	0,000	0	0	1	0		\$ 0,0	
DISTANCIA RECORRIDA	0	0					TOTAL \$	\$ 1.242,5	

Fuente: Mario Berrio. 2002

2.2.4 Estudio de tiempos. El propósito del estudio de tiempo es la estimación del tiempos estándar para la realización de operaciones, el tiempo estándar es el tiempo requerido para que un operario medio, plenamente calificado y adiestrado, y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación. El tiempo estándar permite equilibrar la fuerza laboral con el trabajo disponible, cotizar productos, realizar control presupuestal, cumpliendo las normas de calidad, simplificación de los problemas de dirección de empresa y mejoramiento del servicio a los consumidores.

Para el estudio de tiempos es indispensable utilizar herramientas tales como un cronometro o algún elemento que mida tiempo, se toma el tiempo de cada paso de un proceso o tarea determinada. Estos tiempos deben ser plasmados en una plantilla donde se encuentra descrita la operación y los tiempos en minutos y segundos según corresponda, la persona encargada de realizar dicho procedimiento debe estar capacitada para el levantamiento de la información y debe buscar alternativas de desarrollo del trabajo.

2.3 MARCO CONCEPTUAL

Al enfocar el proyecto de grado a la localización y distribución de instalaciones industriales de la empresa Industrias AJM Ltda., es necesario definir conceptos claves que se utilizan en el desarrollo del mismo.

- **Accesos:** Manera o forma de entrada a un sitio determinado.
- **Área:** Cantidad de espacio requerido dentro de los límites de una superficie plana.
- **Distribución:** Herramienta que incluye un conjunto de estrategias, procesos y actividades necesarios para llevar los productos desde el punto de fabricación hasta el lugar en el que esté disponible para el cliente final en las cantidades precisas, en condiciones óptimas de consumo o uso y en el momento y lugar en el que los clientes lo necesitan y/o desean.
- **Ergonomía:** Es la ciencia que estudia cómo adecuar la relación del ser humano con el entorno.
- **Industria:** Conjunto de procesos y actividades que tienen como finalidad transformar las materias primas en productos elaborados. Existen diferentes tipos de industrias, según sean los productos que fabrican.
- **Máquina:** Aparato o conjunto de aparatos capaces de efectuar un trabajo o de llevar a cabo una función, ya sea dirigida por un operador o de forma autónoma.

- **Materia Prima:** Son los elementos utilizados en producción que son transformados en productos terminados con la adición de mano de obra y gastos indirectos de fabricación.
- **Pasillo:** Espacio de paso largo y estrecho que sirve para comunicar un área con otra.
- **Producto:** Es cualquier elemento que se puede ofrecer a un mercado para satisfacer un deseo o una necesidad.
- **Producción:** es un proceso sistemático en el cual intervienen materiales directos e indirectos que atraviesan un proceso de transformación y prestación de servicio para obtener un producto y/o servicio final percibido por los consumidores para la satisfacción de necesidades.
- **Recursos:** Conjunto de personas, bienes materiales, financieros y técnicos con que cuenta la organización para alcanzar sus objetivos y producir los bienes o servicios que se requieran.

2.4 MARCO LEGAL

El marco legal se encuentra las leyes y normas que son necesarias para realizar la localización y distribución de instalaciones industriales en Industrias AJM Ltda.; a continuación se muestran normas vigentes:

Tabla 9: Marco legal vigente

LEY	No. ART.	DESCRIPCIÓN
Decreto 619 de 2000 “Por el cual se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial para	335	<i>Áreas de actividad comercio y servicio:</i> Designa un suelo para la localización de establecimientos que ofrecen bienes y servicios.
	336	<i>Normas para los usos de comercio y servicios:</i> Fija las normas de localización de zonas pertenecientes a áreas de actividad de comercio y servicios, en las áreas de actividad industrial y ejes viales.
	341	<i>Área de Actividad Industrial:</i> Permite la localización

LEY	No. ART.	DESCRIPCIÓN
Santa Fe de Bogotá, Distrito Capital ⁷		de establecimientos dedicados a la producción, preparación, recuperación, reproducción, ensamblaje, construcción, reparación tratamiento, y manipulación de materias primas, para producir bienes o productos; bajo la supervisión del DAMA, DAPD,DPAE.
	342	<i>Normas para el uso Industrial:</i> El artículo fija qué establecimientos industriales nuevos se ubican en las zonas industrializadas, la ubicación se tiene que realizar en parques industriales.
Norma NFPA	30	<i>Líquidos inflamables y combustibles:</i> Hace referencia a la definición y clasificación de los líquidos inflamables y combustibles, la ubicación y cantidad de extintores necesarios en la industria.
LEY 9 DE 1979	91	<i>Establecimientos industriales:</i> Debe hacer una adecuada distribución de sus dependencias
	93	Áreas de circulación debidamente demarcadas, con la amplitud necesaria para la circulación de personas y debidamente señalizadas.
	159	En la localización de establecimientos industriales, se deben aplicar las normas de protección del medio ambiente.
	196	Iluminación y ventilación serán adecuados a su uso.
Resolución 2400 de 1979 del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social	4	Los establecimientos industriales serán de construcción segura.
	17	Se Instalan inodoros, duchas, lavamanos; 1 por cada 15 trabajadores.
Resolución 832 del 2000 del DAMA	8	Clasificación empresarial por el impacto sonoro sobre el componente atmosférico, denominado "Unidades de Contaminación por Ruido - UCR"
Decreto 948 de 1995 del ministerio del Medio Ambiente	15	Establece los niveles de ruido de acuerdo con la clasificación de zonas, igualmente establece limitaciones a la generación de ruido.

Fuente: Autores.

⁷ Colombia. Departamento Administrativo de Planeación Distrital. Decreto 619 (11 abril de 2000). Por el cual se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial para Santa Fe de Bogotá, Distrito Capital. Diario oficial. 2000.

3. ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

A través de su permanencia en el mercado Industrias AJM Ltda. se ha caracterizado por elaborar productos que se adapten a las necesidades de cada uno de sus clientes, por ello la producción actual de la empresa se realiza bajo la modalidad de pedido, ajustando los volúmenes a los requerimientos de los demandantes.

De acuerdo a lo establecido en el numeral 2.1.1.3 del presente documento, acerca del promedio de producción mensual de la compañía y según la mayor cantidad de productos fabricados por cada tipo de material principal (madera, acero) se establecen mediante cuáles productos se va a hacer el análisis.

Tabla 10: Definición de productos para el análisis

ÁREA DE PRODUCCIÓN	TIPO DE PRODUCTO	CANTIDAD MENSUAL	PRODUCTOS PARA EL ANÁLISIS
MADERA	Puertas en madera	42	✓
	Sillas	40	✓
	Closet	18	✗
	Recepciones	14	✗
	Bibliotecas	12	✗
	Counters	18	✗
	Rejas	20	✗
	Camas	17	✗
	Cocinas integrales	6	✗
	Comedores	8	✗
	Muebles de sala	11	✗
	Mesas de juntas	5	✗
	Mesas de centro	18	✗
ACERO	Rejas	20	✓
	Barandas	8	✗
	Puertas acero	5	✗

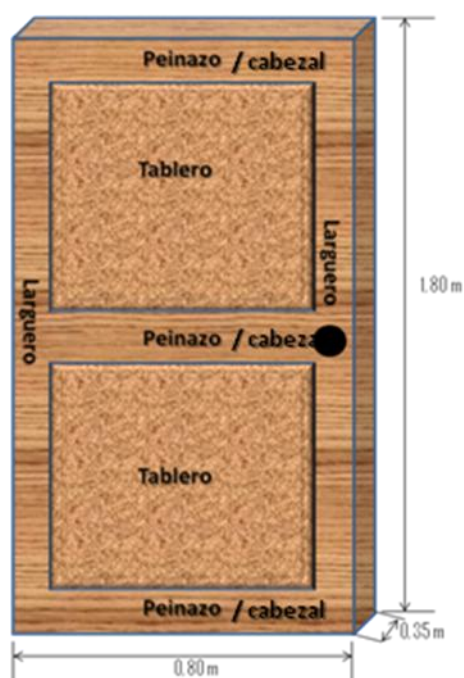
ÁREA DE PRODUCCIÓN	TIPO DE PRODUCTO	CANTIDAD MENSUAL	PRODUCTOS PARA EL ANÁLISIS
VIDRIO	Vidrio templado	30	x
	Espejo	20	x

Fuente: Autores.

A raíz de que la mayor concentración de la planta está dada en la elaboración de productos a base de madera, se han tomado dos (2) de ellos para hacer el análisis, adicional se toma un producto de acero (tabla 10); es necesario aclarar que el área de vidrio no se incluyó en el análisis por razón que la empresa no realiza este tipo de producto si no que es comprado directamente al proveedor; así pues, el único manejo que se le realiza a estos productos es el corte del material de acuerdo a los requerimientos de los clientes.

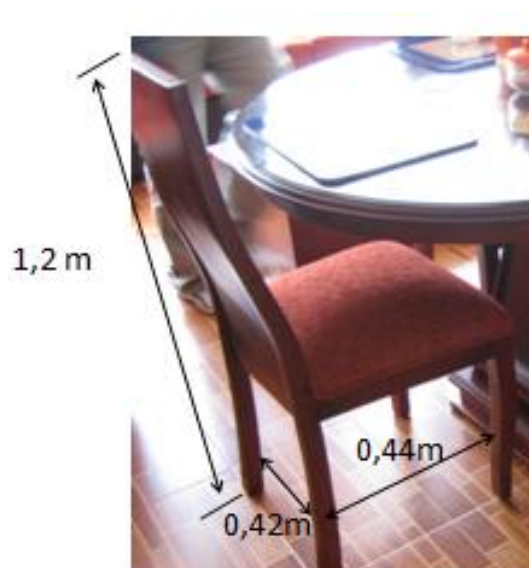
Según lo argumentado, el análisis es efectuado para puertas de madera, sillas de madera y rejas de acero, las características físicas de estos productos se observan en la figura 13, 14 y 15 respectivamente.

Figura 13. Diseño de la puerta de madera



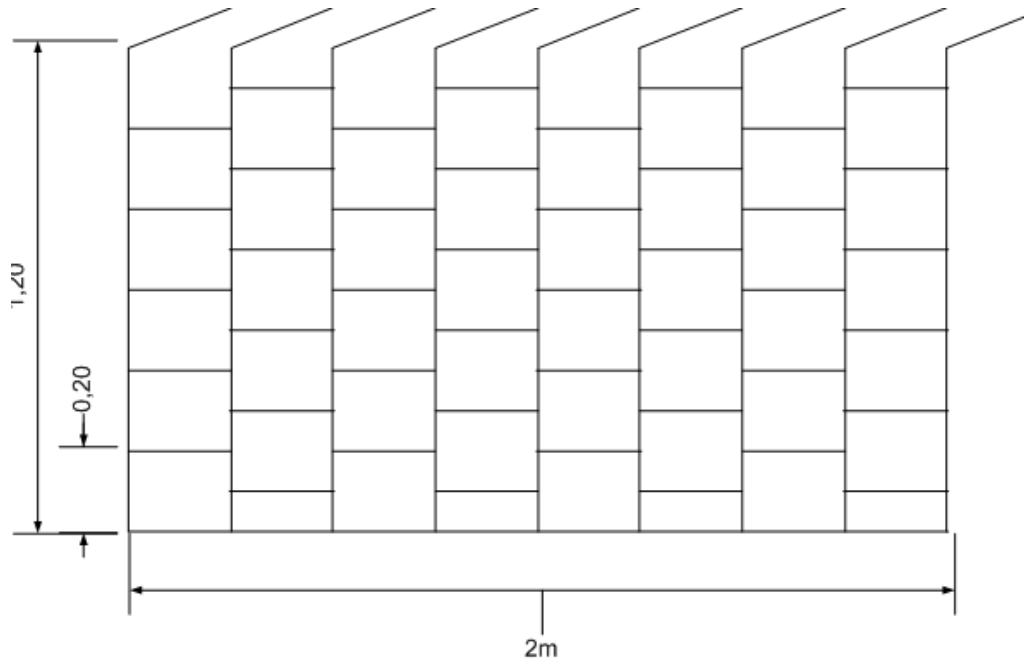
Fuente: Autores.

Figura 14. Diseño de la silla de madera



Fuente: Autores con fotografía suministrada por la empresa.

Figura 15. Diseño de la reja de acero



Fuente: Autores.

3.1 PROYECCIÓN DE VENTAS

Debido a que la empresa no cuenta con una información base para proyectar, inicialmente se ha tomado para el análisis las ventas globales de cada uno de los productos seleccionados para hacer el estudio, según la encuesta anual manufacturera realizada por el DANE a partir del año 2002 y cuyos datos se han venido generando hasta el año 2008.

Es así, como se han contemplado la demanda unidades de puertas de madera, sillas y rejas a nivel nacional correspondientes a la fabricación de partes y piezas para edificios y construcciones en Colombia, aclarando que este sector es uno de los principales demandantes de los productos fabricados en Industrias AJM Ltda y por consiguiente dichos datos constituyen una base para proyectar las ventas de la empresa.

En la tabla 11 se muestra los datos de ventas de puertas de madera, sillas de madera y rejas según la encuesta anual manufacturera realizada por el DANE.

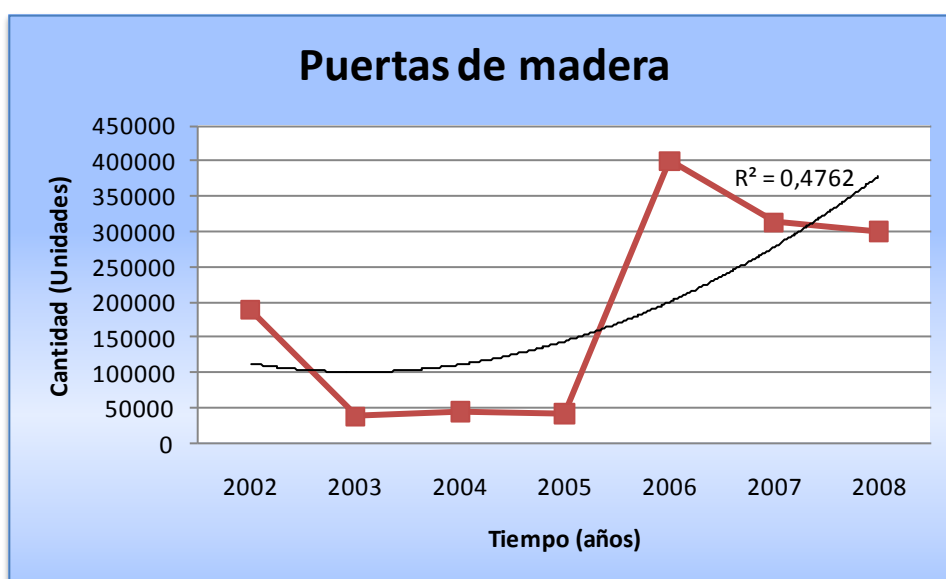
Tabla 11. Demanda en unidades de puertas de madera, sillas de madera y rejas de acero a nivel nacional

Producto	Unidad	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Puertas de madera	m²	189067	38078	44291	42220	400055	313467	300286
Sillas de madera	Unidad	420002	60588	71456	90003	110057	100365	111964
Rejas	m²	134022	148011	242006	66132	51023	4089	15348

Fuente: Encuesta anual manufacturera para fabricación de partes y piezas para edificios y construcciones en Colombia – DANE, 2002-2008.

A continuación se muestra la gráfica correspondiente a cada uno de los productos seleccionados para hacer el análisis con el fin de observar el comportamiento a nivel global.

Figura 16. Demanda en unidades de puertas de madera a nivel nacional



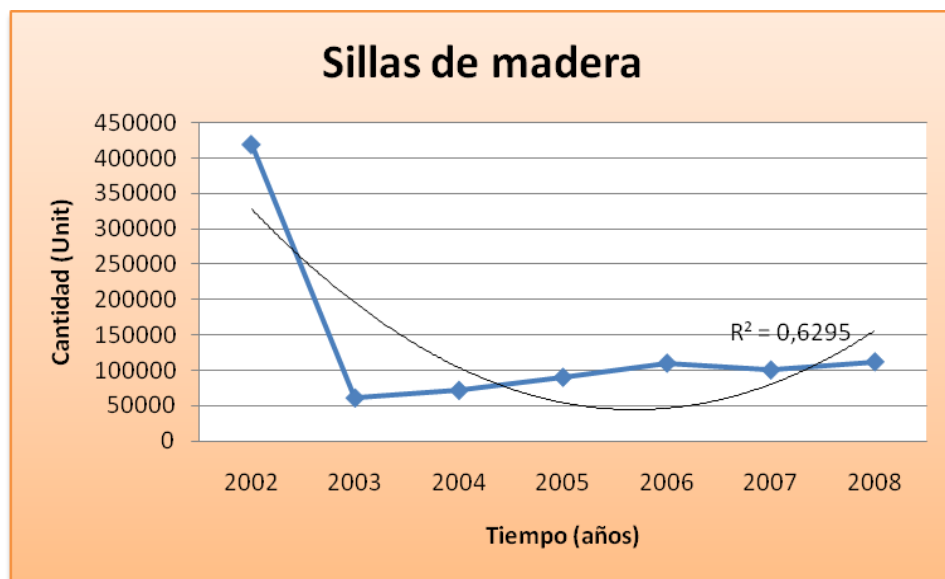
Fuente: Autores con base en encuesta anual manufacturera para fabricación de partes y piezas para edificios y construcciones en Colombia – DANE, 2002-2008.

En el sector manufacturero de puertas de madera entre los periodos comprendidos entre los años 2002 a 2003 muestra un decrecimiento desde 189.067 a 38078 unidades, para los años de 2003, 2004 y 2005 la demanda de productos se mantuvo estable pasando de 38078 a 44291 y 42220 unidades pero para el periodo de 2005 y 2007 el comportamiento es creciente pasando la

demanda de 42.220 a 400.055 unidades. Con base en las cifras mencionadas y al visualizar estipular como base para proyectar, sin embargo, es necesario afirmar que la tendencia general del sector muestra un comportamiento creciente.

El crecimiento manufacturero de puertas de madera visualizado para el año 2006 se debe a la recuperación del sector de la construcción, gracias a la tendencia del sector financiero a las facilidades de obtención de crédito hipotecario para la obtención de vivienda⁸.

Figura 17. Demanda en unidades de sillas de madera a nivel nacional



Fuente: Autores con base en encuesta anual manufacturera para fabricación de partes y piezas para edificios y construcciones en Colombia – DANE, 2002-2008.

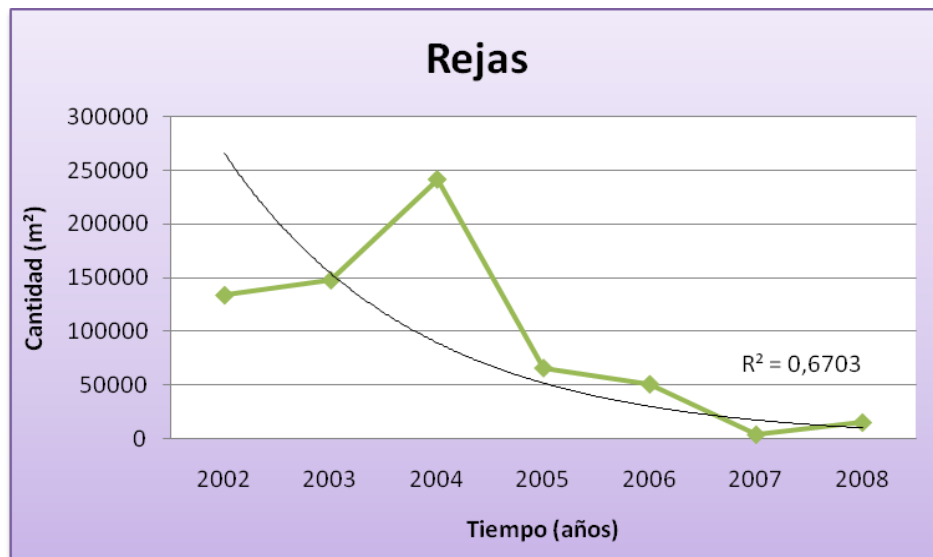
Para el caso de las sillas de madera se puede apreciar al inicio del lapso analizado un decrecimiento pasando de 420002 a 60588 unidades, pero a partir del año 2003 la tendencia se estabiliza en una mayor proporción, con una tendencia general creciente de sillas de madera.

La tendencia en la última década la cadena de madera y muebles de madera, ha venido perdiendo participación en la producción y el empleo de la industria manufacturera. Teniendo en cuenta que la producción bruta en 1993 de la cadena

⁸ Maderas y muebles de madera. [online]. s.f. [citado 31 Julio, 2010]. Disponible en internet: www.dinero.com/edicion-impresa/caratula/maderas-muebles-madera_25826.aspx

era de USD \$451,598 a una tasa representativa de \$820 pesos colombianos en el 2003 fue de USD \$426,288 a una tasa representativa de \$2,815 pesos colombianos, lo que indica que la participación en la industria disminuyó de 1.90% a 1.70%⁹. Ya para los siguientes años el sector ha venido teniendo un leve incremento teniendo en cuenta los incentivos que se dan para adquisición de crédito hipotecario.

Figura 18. Demanda en m² de rejas de acero



Fuente: Autores con base en encuesta anual manufacturera para fabricación de partes y piezas para edificios y construcciones en Colombia – DANE, 2002-2008.

En cuanto al comportamiento de las rejas, en el lapso 2002-2004 se muestra tendencia ampliamente creciente en su comercialización, a partir de allí el nivel de ventas decrece lo que ocasiona que para este tipo de productos a nivel general en el periodo visualizado presenta una tendencia decreciente.

Las rejas de acero constituían un método para el resguardo de la seguridad de los Colombianos pero a partir del año 2002 la administración distrital emitió un plan de acción para la recuperación del espacio público¹⁰ de la ciudad de Bogotá el cual

⁹El sector muebles y decoración en Colombia. Oficina Económica y comercial de la embajada de España en Bogotá. [online]. s.f. [citado 31 Julio, 2010]. Disponible en internet: < www.icex.es/staticFiles/Id_335553_Mueble_y_Decoración_Colombia_7111_.pdf

¹⁰Consulta normatividad en Bogotá. [online]. s.f. [citado 31 Julio, 2010]. Disponible en internet: www.alcaldiaibogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.

estaba siendo invadido por la ubicación de rejas de acero; a partir de esto la adquisición de estos productos ha venido en declive por la baja inversión de este tipo de productos.

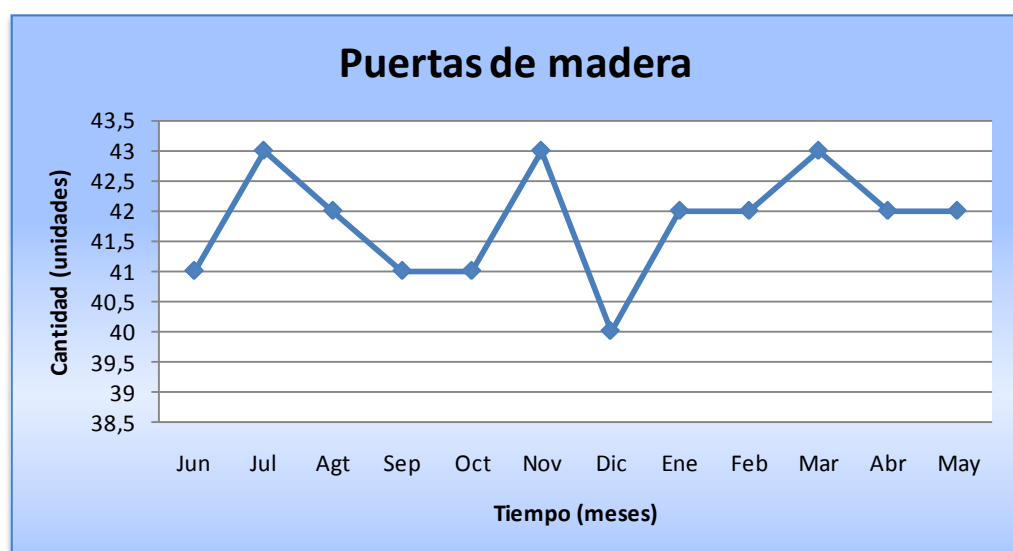
Al visualizar cada una de las gráficas de puertas de madera, sillas de madera y rejas se tiene un comportamiento con amplia variabilidad, lo cual no permite generar una tendencia específica (refiriéndose a tendencia lineal, exponencial, logarítmica, etc.) que presente una estrecha correlación debido a que el sector de la construcción ha sufrido fluctuaciones ocasionadas por la disminución de construcciones de edificaciones en el país; así pues, los autores han optado por visualizar el comportamiento grafico de cada uno de los productos seleccionados para hacer el análisis, mediante las ventas en Industrias AJM Ltda. desde Junio de 2009 hasta Mayo de 2010, según se muestra en la tabla 12.

Tabla 12. Demanda de productos en Industrias AJM Ltda.

Producto	2009							2010				
	Jun	Jul	Agt	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
Puertas de madera	41	43	42	41	41	43	40	42	42	43	42	42
Silla de madera	39	43	43	38	39	40	37	38	39	42	40	42
Rejas de acero	20	22	17	18	22	19	18	19	20	22	22	20

Fuente: Gerente de Industrias AJM Ltda., 2010.

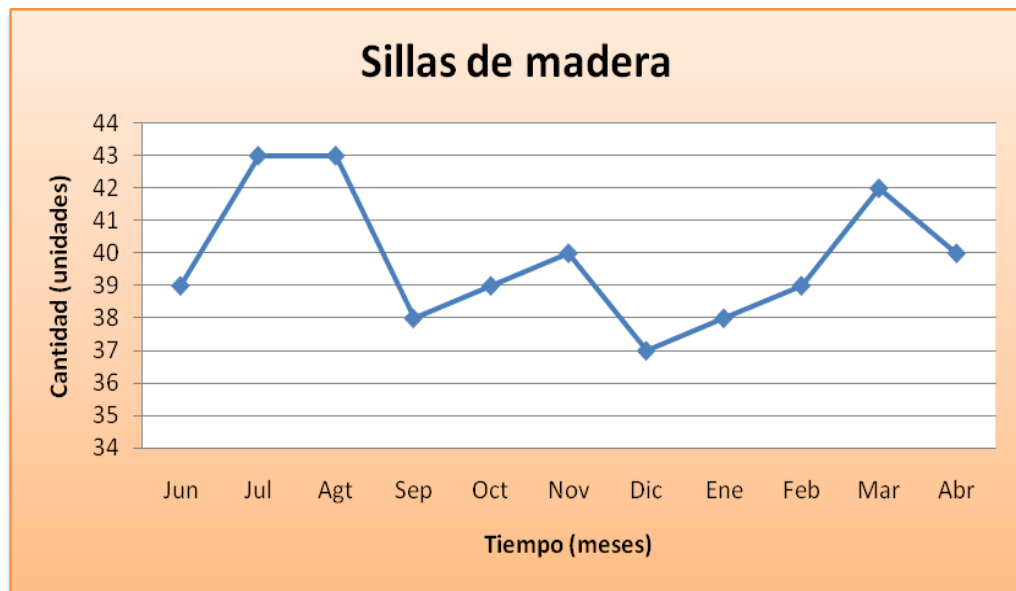
Figura 19. Demanda de puertas de madera en Industrias AJM Ltda.



Fuente: Autores con la información suministrada por el Gerente de Industrias AJM Ltda., 2010.

Teniendo en cuenta la demanda de puertas de madera de la organización; la grafica muestra una variación entre los meses de junio del 2009 hasta mayo del 2010. Los meses donde la empresa tiene mayores ventas son Julio, noviembre 2009 y marzo 2010 de 43 unidades; dentro del mismo periodo el mes que menos ventas representa para la compañía es Diciembre de 2009 con ventas de 40 unidades.

Figura 20. Demanda de sillas de madera en Industrias AJM Ltda.



Fuente: Autores con la información suministrada por el Gerente de Industrias AJM Ltda., 2010.

Para las sillas de madera, el comportamiento en Industrias AJM Ltda. es variable tal como se aprecia en el periodo tomado para el análisis (Junio 2009 – Abril 2010), la mayor cantidad de unidades vendidas se ha presentado en julio y agosto de 2009 con 43 unidades y la menor venta en unidades para las sillas de madera de dio en el mes de Diciembre con 37 unidades.

Figura 21. Demanda de rejas de acero en Industrias AJM Ltda.



Fuente: Autores con la información suministrada por el Gerente de Industrias AJM Ltda., 2010.

Para las rejas de acero, se identifica una demanda variable entre el periodo comprendido entre junio de 2009 y mayo de 2010, de esta manera la mayor venta se manifiesta con 22 m² y aplica para cuatro periodos, por el contrario la menor venta se presenta en un solo periodo con 17 m².

Teniendo en cuenta que Industrias AJM Ltda, la comercialización de los productos se manifiesta mediante una tendencia estacionales, por lo cual no es posible determinar un porcentaje de crecimiento de demanda mensual, además observando la demanda del sector manufacturero, la cual presenta una tendencia general creciente, entre los investigadores y el dueño de la organización se determina de común acuerdo proyectar un porcentaje de crecimiento estimado anual de los productos del uno por ciento (1%) para los siguientes años 2011, 2012, 2013, 2014 y 2015. Las proyecciones de ventas se pueden observar en el Anexo F del presente documento.

3.2 DIAGRAMAS DE FLUJO






Mostrar la composición del proceso mediante diagramas de flujo de proceso donde se despliegan cada una de las actividades que lo componen y el tiempo de producción, permite identificar problemas y puntualizar las oportunidades de mejora que se le pueden aportar a Industrias AJM Ltda.

3.2.1 Diagrama de flujo del proceso de la puerta de madera.

La puerta de madera es el producto con mayor representación y venta en el mercado nacional para la organización, caracterizada por la calidad de sus materiales y la mano de obra calificada.

En la figura 22 se muestra el diagrama de flujo del proceso de la puerta de madera y en la figura 23 el diagrama de flujo de operaciones donde se visualiza la fabricación de este artículo en Industrias AJM Ltda.

Figura 22. Diagrama de flujo de proceso de puerta de madera

LEVANTO: Cesar Cucaita / Jennifer Barragán				AUTORIZO: Arnulfo Góngora				FECHA: 24-04-201						
DIAGRAMA COMIENZA: Almacenamiento de materia prima														
DIAGRAMA TERMINA: Almacenamiento de producto terminado														
DIAGRAMA:				ACTUAL:	x	PROPUESTO								
				HOMBRE:		MATERIAL:	X							
PROCESO: PUERTA TABLERADA 1,80 X 0,80														
OBSERVACIONES:														
N°	DESCRIPCIÓN	 OPERACIÓN	 TRANSPORTE	 INSPECCIÓN	 DEMORA	 ALMACENAJE	CANTIDAD (Unid)	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	POSIBILIDAD				OBSERVACIONES
										ELIMINAR	MEJORAR	CAMBIAR		
		SECUENCIA	PERSONAL	MAQUINA										
1	Almacenamiento de materia prima					x								
2	Llevar material al banco de trabajo 1		x					11						
3	Realizar medidas y trazos de la puerta	x							15					
4	Ir a la planeadora		x					2,5						
5	Enderezar madera en la planeadora	x							30					
6	Ir a sierra circular		x					2,7						
7	cortar material para sacar anchos de la puerta	x							30					
8	Cortar ensambles internos de la puerta	x							7					
9	Inspección de medidas			x					5					
10	Ir a cepillo		x					2,5						
11	sacar grosor puerta	x							28					
12	Ir a trompo		x					5,3	1,5					
13	Realizar hendiduras para incluir ensambles internos	x							35					
14	Labrar figura	x							20					
15	Ir a banco de trabajo 2		x					2,9						
16	Unir puerta con ensambles internos	x							68					
17	Pulir o relimpiar con cepillo manual	x							27					
18	Llevar puerta a pintura (tercer piso)		x					24						
19	Lijar	x							90					
20	Tintillar puerta	x							15					
21	Secado	x							110					
22	Aplicar sellador	x							15					
23	Secado	x							120					
24	Lijar partes	x							30					
25	Aplicar sellador	x							15					
26	Secado	x							120					
27	Lijar	x							20					
28	Aplicar color	x							20					
29	Secado	x							30					
30	Aplicar laca	x							15					
31	Empacar con plástico	x							10					
32	Ir a almacenamiento de PT		x					6						
33	Almacenamiento de producto terminado					x								

Fuente: Autores.

**FIGURA 23. DIAGRAMA FLUJO DE OPERACIONES DE LA PUERTA DE
MADERA**

3.2.2 Diagrama de flujo del proceso de silla de madera.

Las Sillas de madera está catalogada como uno de los productos más representación para la empresa. En la figura 24 se muestra el diagrama de flujo del proceso de la silla de madera; adicional a ello en la figura 25 está representado el diagrama de flujo de operaciones mostrando la composición del proceso y las entradas de insumos al producto.

Figura 24. Diagrama de flujo del proceso de la silla de madera

LEVANTO: Cesar Cuacita / Jennifer Barragán				AUTORIZO: Arnulfo Góngora				FECHA: 23-04-201					
DIAGRAMA COMIENZA: Almacenamiento de materia prima													
DIAGRAMA TERMINA: Almacenamiento de producto terminado													
DIAGRAMA:				ACTUAL:		x		PROPUESTO:					
				HOMBRE:				MATERIAL:		X			
PROCESO: SILLA 1,02 X 70 m													
OBSERVACIONES:													
N°	DESCRIPCIÓN	OPERACIÓN	TRANSPORTE	INSPECCIÓN	DEMORA	CANTIDAD (Unid)	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	POSIBILIDAD				OBSERVACIONES
									ELIMINAR	MEJORAR	CAMBIAR		
											SECUENCIA	MAQUINA	
1	Almacenamiento de materia prima					x							
2	Llevar materia prima al banco de trabajo 1		x				11						
3	Sacar medidas de láminas de madera	x						13					
4	Ir a la planeadora		x				2,5						
5	Enderezar madera en la planeadora	x						25					
6	Ir a sierra circular		x				2,7						
7	cortar material para sarcar partes de silla	x						20					
8	Inspección de medidas			x				5					
9	Ir a cepillo		x				2,5						
10	Sacar grosor de silla	x						12					
11	Ir a banco de trabajo 2		x				6,5						
12	Plantillar las partes de la silla en las laminas de madera	x						15					
13	Ir a sierra sinfin		x				4,9						
14	Cortar figuras plantilladas	x						16					
15	Ir a trompo		x				0,4						
16	Realizar hendiduras ensamble	x						27					
17	Inspeccionar medidas			x				3					
18	Ir a banco de trabajo 2		x				2,9						
19	Ensamblar silla	x						24					
20	Llevar silla a pintura		x				24						
21	Lijar	x						26					
22	Tintillar silla	x						12					
23	Secado	x						120					
24	Aplicar sellador	x						12					
25	Secado	x						120					
26	Lijar partes	x						20					
27	Aplicar sellador	x						12					
28	Secado	x						120					
29	Lijar	x						19					
30	Aplicar color	x						15					
31	Secado	x						15					
32	Aplicar laca	x						12					
33	Cortar espuma para tapizado	x						12					
34	Cortar forro de tapizado	x						8					
35	Tapizar asiento	x						68					
36	Empacar con plástico	x						8					
37	Ir a almacenamiento de PT		x				6						
38	Almacenamiento de producto terminado					x							

Fuente: Autores.

**FIGURA 25. DIAGRAMA FLUJO DE OPERACIONES DE LA SILLA DE
MADERA**

3.2.3 Diagrama de flujo de las rejas de acero

Las rejas son un producto de ornamentación que se fabrica bajo las características y necesidades de los clientes. Este producto es representativo para la organización en cuanto a los artículos fabricados en acero, en la figura 26 se muestra el diagrama de flujo del proceso de la reja.

Figura 26. Diagrama flujo del proceso de rejas de acero

LEVANTO: Cesar Cucaita / Jennifer Barragán				AUTORIZO: Arnulfo Góngora				FECHA: 23-04-2010						
DIAGRAMA COMIENZA: Almacenamiento de materia prima														
DIAGRAMA TERMINA: Almacenamiento de producto terminado														
DIAGRAMA:				ACTUAL:	x	PROPUESTO:								
				HOMBRE:		MATERIAL:	X							
PROCESO: REJA														
OBSERVACIONES:														
No.	DESCRIPCIÓN	O OPERACIÓN	↓ TRANSPORTE	□ INSPECCIÓN	D DEMORA	▽ ALMACENAJE	CANTIDAD (Unid)	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	POSIBILIDAD				OBSERVACIONES
										ELIMINAR	MEJORAR	CAMBIAR		
												PERSONAL	SECUENCIA	
1	Almacenamiento de materia prima					x								
2	Ir a burro de trabajo		x					1,81						
3	Sacar medidas de láminas de acero	x							15					
4	Ir a cortadora de acero		x					2,26						
5	cortar varilla cuadrada de ½ pulgada	x							39					
6	Ir a la dobladora		x					5,28						
7	Doblar varillas para dar forma a la reja	x							18					
8	Ir a burro de soldadura		x					1,45						
9	Soldar material	x							63					
10	Ir a prensa		x					6,19						
11	Pulir material	x							30					
12	Inspeccionar dimensiones y características del producto			x					3					
13	Trasladar rejas afuera de la casa para pintar		x					3,97						
14	Pintar con anticorrosivo	x							30					
15	Secado	x							110					
16	Ir a almacenamiento de PT		x					2.24						
17	Almacenamiento de producto terminado					x								

Fuente: Autores.

3.3 DIAGRAMAS DE RECORRIDO

Este tipo de diagrama es la representación del proceso en un plano, donde se indica el recorrido durante el proceso productivo. Por otro lado permite revisar la distribución del equipo en la planta.

3.3.1 Diagrama recorrido puertas de madera.

La representación del diagrama de recorrido de la puerta se hace con el fin de establecer cómo es el proceso productivo y de esta manera analizar el manejo de materiales dentro de la organización. En la figura 27 y figura 28 se muestra el recorrido empleado para desarrollar éste producto.

FIGURA 27 Y 28. DIAGRAMA DE RECORRIDO PUERTA DE MADERA

La tabla 13 desglosa la distancia total del recorrido, la cantidad de operaciones, la cantidad de transportes, la cantidad de inspecciones, las demoras involucradas y la cantidad de almacenajes que se utiliza para el proceso de fabricación de la puerta de madera.

Tabla 13. Resumen de recorridos puertas madera

SÍMBOLO	ACTUAL		
	No.	TIEMPO	
	OPERACIÓN	22	720
	TRANSPORTE	8	
	INSPECCIÓN	1	5
	DEMORA	0	
	ALMACENAJE	2	
DISTANCIA RECORRIDA			57,12

Fuente: Autores.

Se puede apreciar que el recorrido total realizado fue 57,12 metros comenzando desde el almacenamiento de materia y terminando en el almacenamiento de producto terminado, la cantidad de operaciones son 22, el número de transportes empleados son 8, las inspecciones involucradas son 1 y los almacenajes son 2 de almacenamiento y producto terminado.

3.3.2 Diagrama de recorrido silla de madera.

La representación del diagrama de recorrido de la silla se hace con el fin de establecer como es el proceso productivo y de esta manera analizar el manejo de materiales dentro de la organización. En la figura 29 y figura 30 se muestra el recorrido actual empleado para elaborar el producto ya mencionado.

FIGURA 29 Y 30. DIAGRAMA DE RECORRIDO DE LA SILLA DE MADERA

La tabla 14 desglosa la distancia total del recorrido, la cantidad de operaciones, la cantidad de transportes, la cantidad de inspecciones, las demoras involucradas y la cantidad de almacenajes que se utiliza para el proceso de fabricación de la silla de madera.

Tabla 14: Resumen de recorridos silla de madera

SÍMBOLO		ACTUAL	
		No.	TIEMPO
	OPERACIÓN	24	731
	TRANSPORTE	10	
	INSPECCIÓN	2	8
	DEMORA	0	
	ALMACENAJE	2	
DISTANCIA RECORRIDA			63,57

Fuente: Autores.

Se puede apreciar que el recorrido total realizado fue 63,57 metros comenzando desde el almacenamiento de materia y terminando en el almacenamiento de producto terminado, la cantidad de operaciones son 24, el número de transportes empleados son 10, las inspecciones involucradas son 2 y los almacenajes son 2.


3.3.3 Diagrama de recorrido reja.

La representación del diagrama de recorrido de las rejillas permite establecer el proceso productivo y de esta manera analizar el manejo de los materiales dentro de la organización. En la figura 31 se muestra el recorrido empleado para desarrollar éste producto.

FIGURA 31. DIAGRAMA DE RECORRIDO DE REJA

En La tabla 15 se desglosa la distancia total del recorrido, la cantidad de operaciones, la cantidad de transportes, la cantidad de inspecciones, las demoras involucradas y la cantidad de almacenajes que se utiliza para el proceso de fabricación de las rejas de acero.

Tabla 15. Resumen de recorridos de rejas

SÍMBOLO	ACTUAL	
	No.	TIEMPO
 OPERACIÓN	6	305
 TRANSPORTE	7	-
 INSPECCIÓN	1	3
 DEMORA	0	
 ALMACENAJE	2	
DISTANCIA RECORRIDA		20,96

Fuente: Autores.

El recorrido total realizado fue 20,96 metros comenzando desde el almacenamiento de materia y terminando en el almacenamiento de producto terminado, la cantidad de operaciones son 6, el número de transportes empleados son 7, las inspecciones involucradas son 1 y los almacenajes son 2.

3.4 CAPACIDAD INSTALADA DE MÁQUINAS

La capacidad instalada indica el volumen de producción de bienes en una planta por unidad de tiempo. En Industrias AJM Ltda. se realizó el porcentaje de utilización de cada una de las máquinas con objetivo de analizar si en la organización se requería equipos adicionales para sus diferentes áreas.

3.4.1 Capacidad instalada del área de carpintería y ebanistería.

Los cálculos realizados sobre la capacidad instalada de las máquinas se verán reflejados en el Anexo G. A continuación en la tabla 16 se representan los porcentajes de utilización de equipos de acuerdo a las proyecciones de ventas establecidas en el numeral 3.1. del presente documento.

Tabla 16. Capacidad instalada máquinas de carpintería y ebanistería desde el año 2011 hasta el año 2015.

N°	MAQUINA	PRODUCTO	PROYECCIÓN	TOTAL CAPACIDAD INSTALADA
1	Sierra Circular	Puertas y Sillas	2011	44,6%
			2012	45,07%
			2013	45,5%
			2014	46%
			2015	46,46%
2	Planeadora	Puertas y Sillas	2011	43%
			2012	43,4%
			2013	43,9%
			2014	44,4%
			2015	45%
3	Sierra Sinfín	Puertas y Sillas	2011	12%
			2012	12,6%
			2013	12,8%
			2014	13%
			2015	13,04%
4	Cepillo	Puertas y Sillas	2011	31%
			2012	31,6%
			2013	32%
			2014	32,29%
			2015	33%
5	Trompo	Puertas y Sillas	2011	64%
			2012	65%
			2013	65,5%
			2014	66%
			2015	67%
6	Banco de trabajo 1	Puertas y Sillas	2011	21,9%
			2012	22%
			2013	22,4%
			2014	22,6%
			2015	23%
7	Banco de trabajo 2	Puertas y Sillas	2011	72%
			2012	73%
			2013	73,5%
			2014	74%
			2015	75%

Fuente: Autores.

3.4.1.1. Análisis capacidad. La capacidad instalada en la sierra circular varia para los cinco años pronosticados, lo que quiere decir que para el año 2011 tiene un porcentaje del 44,6%, en 2012 45.07%, en 2013 45.5%, en 2014 46% y un 46.46% para el año 2015, indicando que el uso de la máquina dentro de los productos es indispensable, pero no se considera comprar otra de este tipo.

En la planeadora disminuye la capacidad instalada con respecto a la de la sierra circular, esto ya que la utilización de la maquina es menos constante y se requiere de menor proporción de uso, sus porcentajes ascienden mes a mes determinado en 2011 43%, en 2012 43.4%, en 2013 43.9%, en 2014 44.4% y para el año 2015 un 45%, teniendo en cuenta el análisis no es indispensable que la empresa invierta en maquinas para la fabricación de más productos pues por su demanda existen las adecuadas para la realización de productos de ebanistería y carpintería.

La sierra sinfín es una de las máquinas que no tiene un porcentaje de utilización frecuente dentro de los procesos, así pues, su capacidad instalada es relativamente baja en comparación con la otra maquinaria utilizada en los procesos de la organización. En 2011 12%, en 2012 12.6%, en 2013 12.8%, en 2014 13% y en el año 2015 13,04%, la empresa no necesitaría aumentar sus costos comprando otra máquina para la fabricación de productos.

El cepillo se usa constantemente en los procesos productivos de la empresa y los porcentajes oscilan entre un 31% en 2011, 31.6% en 2012, 32% en 2013, un 32.29% en 2014 y un 33% para el año 2015, lo que representa un porcentaje considerable dentro de las operaciones, pero no se considera necesario aumentar el número de maquinas en la empresa.

Trompo, máquina utilizada para dar forma a los productos según los requerimientos del cliente, por lo general se utiliza constantemente ya que los productos ofrecidos por la empresa son novedosos y requieren de esta máquina para su elaboración en 2011 su utilización es de un 64%, 2012 un 65%, 2013 un 65.5%, un 66% para el año 2014 y un 67% para el año 2015 tampoco es necesario hacer uso de otra máquina ya que esta suple la demanda mensual de los procesos de INDUSTRIAS AJM LTDA.

El Banco de trabajo uno (1) su utilización no es constante dentro el desarrollo de las operaciones ya que se usa únicamente para la toma de medidas de los productos que se elaboran por eso su representación es baja en 2011 un 21.9%,

para el 2012 un 22%, en el 2013 un 22.4%, para el 2014 22.6% y para el 2015 un 23%, calculando su utilización no se hace necesario aumentar este sitio de trabajo dentro de los procesos productivos de la organización.

El Banco de trabajo dos (2) es una de las herramientas de fabricación del producto más importante, pues en este se realiza el ensamble de partes para obtener el producto terminado. La utilización de este según el pronóstico es para el año 2011 un 72%, para el 2012 un 73%, en el 2013 un 73.5%, en 2014 74% y para el año 2015 un 75%, teniendo en cuenta los cálculos realizados, no se recomienda hacer uso de un banco de trabajo 4 para la organización ya que los que hay disponibles son suficientes para la misma.

3.4.2 Capacidad instalada ornamentación.

Los cálculos realizados sobre la capacidad instalada de las máquinas se verán reflejados en el Anexo G. A continuación en la tabla 17 de acuerdo a las proyecciones de ventas establecidas en el numeral 3.1. del presente documento.

.

Tabla 17. Capacidad instalada máquinas de ornamentación

MÁQUINA	PRODUCTO	PROYECCIONES	TOTAL CAPACIDAD INSTALADA
CORTADORA DE ACERO	REJAS	2011	7%
		2012	7,5%
		2013	7,6%
		2014	7,7%
		2015	8%
BURRO DE SOLDADURA	REJAS	2011	12,03%
		2012	12,1%
		2013	12,2%
		2014	12,4%
		2015	12,5%
PULIDORA	REJAS	2011	5,7%
		2012	5,8%
		2013	5,8%
		2014	5,9%
		2015	6%
BURRO DE TRABAJO	REJAS	2011	2,9%
		2012	3%
		2013	3,2%
		2014	3,4%
		2015	3,6%
DOBLADORA	REJAS	2011	3,4%
		2012	3,5%
		2013	3,55%
		2014	3,58%
		2015	4%

Fuente: Autores.

3.4.2.1 Análisis capacidad. La capacidad instalada para la cortadora de acero es en el 2011 7%, para el 2012 un 7,5%, para 2013 7,6%, en 2014 7,7% y para el año 2015 8% lo que significa que la empresa debe seguir utilizando esta máquina para la fabricación de las rejjas y no es indispensable comprar otra de este tipo.

El burro de soldadura es la máquina más utilizada dentro del proceso, su requerimiento es importante para el ensamble y los terminados del producto con una capacidad instalada para el 2011 un 12,03%, en el 2012 12,1%, en el 2013 12,2%, para el año 2014 un 12,4% y para el año 2015 12,5%, esto significa que es de gran apoyo en los procesos y no es necesario que la organización invierta en más maquinas de este calibre pues abátese los requerimientos necesarios.

La pulidora herramienta con leve utilización dentro del proceso pues su requerimiento es mínimo con respecto a las otras dos (2) máquinas, su utilización es básica para el producto pero su tiempo de uso es menor, en el año 2011 5,7%, 2012 5,8%, para 2013 5,8%, para el año 2014 5,9% y para el año 2015 6%, se analiza que tampoco es necesario que la empresa invierta en más herramientas de este tipo.

Para el burro de trabajo se pueden obtener los siguientes porcentajes para el año 2011 un 2,9%, para 2012 3%, para el 2013 el 3,2%, un 3,4% para el 2014 y para el año 2015 un 3,6% lo que indica que no supera los porcentajes de utilización y la empresa no debe invertir dinero en este tipo de herramientas.

La dobladora maquina con porcentaje de utilización para el año 2011 3,4%, para el 2012 el 3,5%, en el 2013 un 3,55%, para el 2014 un 3,58% y para el año 2015 un 4% de uso de la maquina lo que representa para la organización la cantidad necesaria para realizar sus actividades sin necesidad de invertir en maquinaria nueva.

Teniendo en cuenta el análisis realizado anteriormente la utilización de las máquinas con respecto a los meses pronosticados, determina que no es necesario que INDUSTRIAS AJM LTDA invierta en maquinarias para ornamentación puesto que su demanda mensual es leve y el uso de las estos artículos no llega al 100% de utilización.

4. PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

4.1 LOCALIZACIÓN DE PLANTA

El estudio de la localización se orienta a realizar el análisis las diferentes variables que determinan el lugar donde finalmente se ubicará el proyecto.

Industrias AJM Ltda. siendo una empresa consolidada en la ciudad de Bogotá, operando en la localidad de Engativá desea la integración de cada una de sus áreas en una sola locación en la ciudad de Bogotá de manera que logre tener un mayor control de los procesos y de esta manera mejorar la calidad, servicio e incremento de ventas para la gama productos que se ha venido manejando a lo largo de la trayectoria.

4.1.1. Restricciones de la localización.

El estudio de localización debe ser realizado para la ciudad de Bogotá, específicamente en las zonas industriales de Álamos, Toberin y Carvajal, según las indicaciones de los propietarios de la compañía.

4.1.2. Estudio de localización.

A continuación se desglosa el estudio realizado para la ubicación de la planta de manera que se logre sugerir la localización que mejor se ajuste a las necesidades de la empresa:

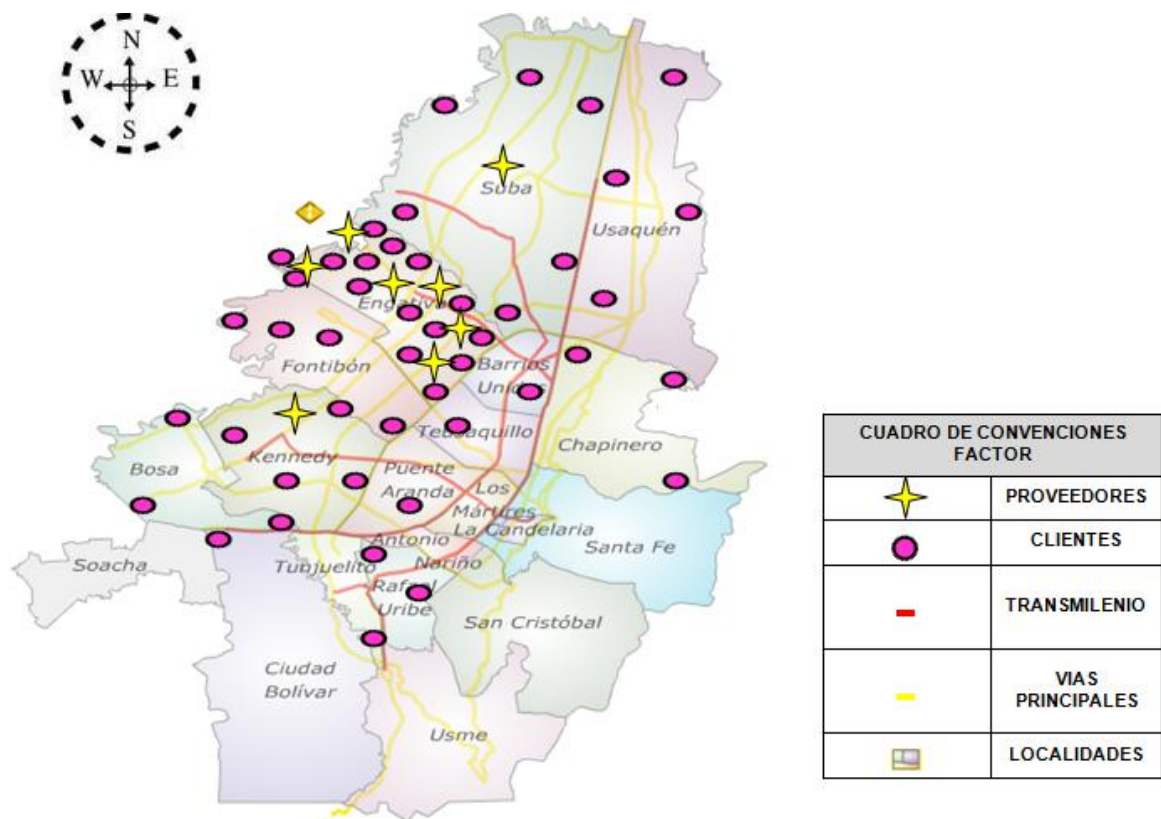
4.1.2.1 Ventajas de la ubicación en Bogotá. A continuación se darán a conocer las ventajas que tiene la ubicación de la planta de producción en la ciudad de Bogotá:

- Tiene la mayor cantidad de empresas del país por ser esta la capital de Colombia, lo cual representa la mayor concentración de empresas.
- Disponibilidad de mano de obra
- Gran variedad de proveedores con altos estándares de calidad.
- Punto clave para la distribución de los productos

- Ocupa la 11a posición a nivel Latinoamérica para acentuar un negocio o empresa
- Ocupa 1er puesto para acentuar un negocio en toda la Región Andina.

En la figura 32 se aprecia cada una de las zonas descritas por el gerente, teniendo en cuenta los proveedores y clientes en Bogotá.

Figura 32: Mapa de Bogotá



Fuente: Autores.

A raíz de las inclinaciones del gerente general se procedió a evaluar la viabilidad de ubicación de planta por el método de factores ponderados, con el objetivo de proponerle cual zona es la más adecuada.

En la tabla 18 se observa la valoración por el método de factores ponderados teniendo en cuenta que después de listar los factores o aspectos intervinientes se realiza la valoración (en escala de 0 – 100%) del nivel de importancia que estos representan para la industria donde se desenvuelve la compañía; posteriormente

se realiza la misma ponderación en escala de 0 – 10, donde 0 es la puntuación más baja y 10 la puntuación más alta, pero determinando el nivel de alineación de estos con la localización de la planta ocionada.

A continuación se describen los factores de localización que se tuvieron en cuenta para la valoración del método de factores ponderados, con el peso asignado a cada uno de ellos y la justificación de acuerdo a las necesidades de la industria.

1. *Integración de compañías: Peso 12%.* Debido a las constantes fluctuaciones del mercado y a las características de la actividad económica de Industrias AJM Ltda, se prevé que la organización debe mantener la posibilidad de integrarse con otras compañías en un momento dado en que su capacidad no le sea suficiente para cubrir la demanda.
2. *Disponibilidad de mano de obra: Peso 0%.* No aplica a la compañía por las razones que la planta se ubicara en la ciudad de Bogotá, teniendo en cuenta que se la ciudad en se dispone de personal competente para los diferentes sectores de la industria.
3. *Disponibilidad de alojamiento: Peso 0%.* No aplica para la compañía debido a la restricción de que la ubicación va a ser en la ciudad de Bogotá.
4. *Disponibilidad de servicios: Peso 0%.* No aplica para Industrias AJM Ltda debido a la restricción de que la ubicación va a ser en la ciudad de Bogotá, específicamente en una zona industrial, las cuales cuenta con este tipo de servicios sin inconvenientes.
5. *Disponibilidad de materiales: Peso 0%.* No aplica para la organización debido a la restricción de ubicación de planta. Teniendo en cuenta que en la ciudad de Bogotá se dispone de todo tipo de mercancía para las industrias.
6. *Disponibilidad de espacio para parqueo: Peso 10%.* Por políticas de la empresa, se debe mantener un sitio donde se pueda cargar y descargar material y de igual manera brindar la posibilidad a proveedores, visitantes y clientes un espacio para ubicación de los vehículos.
7. *Fluidez de circulación de vías: Peso 18%.* Según la restricción emitida por los propietarios de la compañía, la localización debe ser en la ciudad de Bogotá, así pues, la disponibilidad de vías es indispensable para la ubicación de la

planta si se tiene en cuenta que gran parte de la madera empleada en la fabricación de los productos proviene desde la zona el Caquetá (Colombia) e ingresa por la Autopista Medellín de la capital del país. De otra parte los demás materiales provienen de distribuidores autorizados en la ciudad de Bogotá y entregan lo productos donde el cliente lo solicite.

8. *Disponibilidad de infraestructura: Peso 18%.* Es uno de los aspectos más representativos si se tiene en cuenta que contempla malla vial, espacios para distribución, condiciones de las instalaciones, así pues, es imprescindible encontrar un espacio que tenga las características requeridas por Industrias AJM Ltda. para la realización de los productos.
9. *Conveniencia de terreno y clima: Peso 0%.* No aplica para la compañía debido a la restricción de que la ubicación va a ser en la ciudad de Bogotá.
10. *Reglamentos locales de construcción: Peso 0%.* No aplica para la compañía debido a la restricción de que la ubicación va a ser en la ciudad de Bogotá.
11. *Espacio para ampliaciones: Peso 12%.* Por las fluctuaciones del mercado de cabe la posibilidad crecer en un momento determinado teniendo en cuenta las proyecciones de la empresa.
12. *Requisitos de seguridad: Peso 10%.* Para las industrias es importante localizarse en sitios seguros para la protección de bienes y enseres, como del personal relacionado con la compañía.
13. *Situación política: Peso 0%.* No aplica para la compañía debido a la restricción de que la ubicación va a ser en la ciudad de Bogotá.
14. *Concesiones especiales: Peso 0%.* No aplica para la compañía debido a la restricción de que la ubicación va a ser en la ciudad de Bogotá.
15. *Cercanía al mercado: Peso 20%* Para todo tipo de industria es indispensable proveer de manera oportuna las necesidades del mercado; adicional a ello la cercanía a clientes disminuye costos de transporte, lo cual puede verse reflejado en una ganancia para la empresa o una disminución en el precio de venta al cliente.

Tabla 18: Factores ponderados

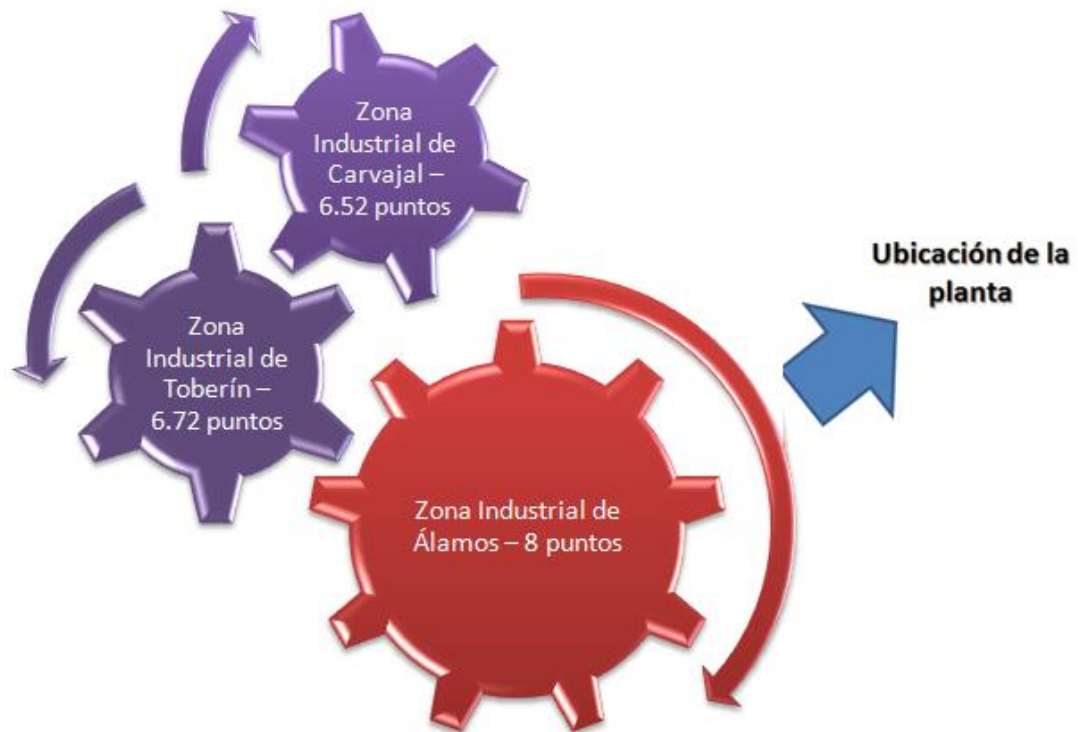
Nº	FACTOR	PESO	UBICACIÓN POSIBLE					
			A= Zona industrial Carvajal		B= Zona industrial Álamos		C= Zonal industrial Toberín	
			Calificación	Resultado	Calificación	Resultado	Calificación	Resultado
1	Integración de compañías	12%	7	0,84	8	0,96	8	0,96
2	Disponibilidad de mano de obra	0%	8	0	8	0	8	0
3	Disponibilidad de alojamiento	0%	8	0	9	0	8	0
4	Disponibilidad de servicios	0%	10	0	10	0	10	0
5	Disponibilidad de materiales	0%	6	0	6	0	6	0
7	Disponibilidad de espacio para parqueo	10%	9	0,9	9	0,9	9	0,9
8	Fluidez de circulación de vías	18%	7	1,26	9	1,62	8	1,44
9	Disponibilidad de infraestructura	18%	10	1,8	10	1,8	10	1,8
10	Conveniencia de terreno y clima	0%	0	0	0	0	0	0
11	Reglamentos locales de construcción	0%	0	0	0	0	0	0
12	Espacio para ampliaciones	12%	1	0,12	1	0,12	1	0,12
13	Requisitos de seguridad	10%	8	0,8	8	0,8	7	0,7
14	Situación política	0%	0	0	0	0	0	0
15	Concesiones especiales (leyes favorecen a la industria)	0%	0	0	0	0	0	0
16	Cercanía al mercado	20%	4	0,8	9	1,8	4	0,8
-	-	100%	-	6,52	-	8	-	6,72

Fuente: Autores.

Al realizar la evaluación entre las tres (3) locaciones tentativas las cuales eran Zona industrial de Carvajal, Zona industrial de Álamos y Zona industrial de Toberín, de acuerdo con el peso de cada factor y la calificación (1-10), se obtuvo la suma total del resultado de multiplicar el peso por la calificación.

Los resultados se muestran en la figura 33 los siguientes:

Figura 33. Localización de la planta



Fuente: Autores.

Zona industrial de Carvajal con una puntuación de 6.52, Zona industrial Álamos con una puntuación **8.0** y por último la industrial de Toberín con una puntuación 6.72. De acuerdo a la puntuación la planta se ubicaría en la zona industrial de Álamos (localidad de Engativa).

La decisión de la localización busca satisfacer las necesidades de la organización teniendo en cuenta diversos factores condicionantes, dentro de los cuales se encuentra el Plan de Ordenamiento territorial (POT) en donde las autoridades

territoriales establecen zonas para desarrollar planes de vivienda y expansión comercial e industrial.

De acuerdo a los resultados de la figura 33, a continuación se hace una breve descripción del lugar con mayor alineación para la ubicación de la planta.

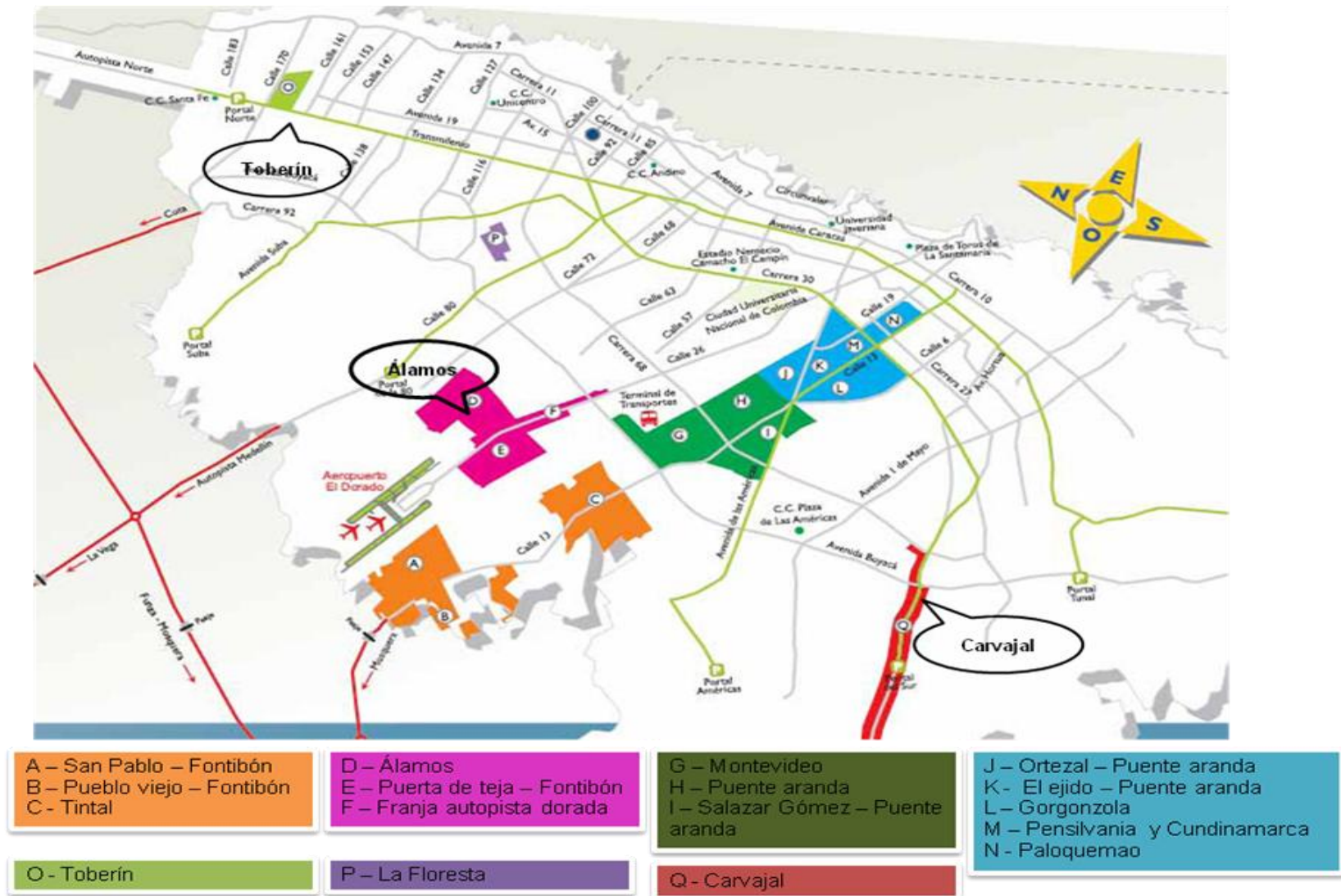
La zona industrial de Álamos pertenece a la localidad de Engativá; esta localidad es la novena en extensión territorial (3.588 ha.), no tiene suelo rural y posee (150 ha.) de suelo de expansión, se sitúa el centro occidente de Bogotá; representa el 4,2% del área total de la ciudad. Limita por el norte con la localidad Suba, al sur con la de Fontibón; al oriente con las localidades Barrios Unidos y Teusaquillo y al occidente con los municipios de Cota y Funza. Por su posición geográfica, es considerada una localidad periférica, de conexión entre las localidades de Bogotá y el occidente de Cundinamarca¹¹.

- La infraestructura vial de Engativá, representa el 8,2% de la malla vial de la ciudad, que equivalen a 1.198 kilómetros carril de vía, por lo que ocupa el tercer puesto entre las localidades de Bogotá.
- En Engativá se localizan 20.579 empresas de Bogotá, que equivalen al 9%. La estructura empresarial de la localidad se concentra en el sector servicios (73%), la industria (19%) y la construcción (5%).
- En la localidad hay una alta presencia de microempresarios. Del total de empresas, 19.206 son microempresas que representaron el 93% de la localidad y el 9,6% de Bogotá-

En la figura 34 se aprecia las zonas industriales de la ciudad de Bogotá, destacando la zona con mayor alineación para la ubicación de la planta.

¹¹ Cámara y comercio de Bogotá. Perfil económico y empresarial de la localidad de Engativá. Bogotá. 2007.

Figura 34. Zonas industriales de Bogotá



Fuente: Autores con mapa base en información de Colliers Internationa - 2006.

La zona industrial de Álamos posee un potencial importante para actividades empresariales orientadas a la confección, bodegaje, farmacéutica, manufactura, entre otros. Es importante destacar en la zona industrial se concentra el 50 % de las grandes empresas de la localidad.

En la figura 35 se muestra la zona de Álamos con las principales vías de acceso y movilidad principales. En la grafica se muestran las vías principales que limitan con la zona de Álamos: Al norte con la avenida calle 72, al sur con avenida ciudad calle 26 y al oriente con avenida ciudad de Cali. Cabe tener presente que la zona se encuentra ubicada cerca al aeropuerto el Dorado lo que es de gran beneficio para el transporte de entrada de materia prima y salida de productos a todo el país.

Figura 35: Mapa de Bogotá de la zona de Álamos



Fuente: disponible en www.googleearth.com.co

4.2 DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

Es de vital importancia entrar a evaluar la distribución en planta puesto que la organización a lo largo de su proceso productivo inconvenientes en la distribución de área.

Dentro de las problemáticas encontradas se tiene que la materia prima y producto en proceso se encuentra acumulada en varias zonas de la organización generando obstaculización, en segunda instancia se observa que el espacio empleado para la operación de la máquina esta reducido o mal distribuido, los recorridos son largos a causa de la mala relación que hay entre los departamentos, entre otros.

A partir de las problemáticas mencionadas anteriormente se hace necesario evaluar cada una de las áreas y de esta manera diseñar una propuesta de acuerdo a los requerimientos de la organización y dueños.

Para el diseño de la distribución en planta se debe tener en cuenta una serie de factores, los cuales se desglosan a continuación:

4.2.1. Factor material.

La caracterización del factor material se encuentra desglosada en la tabla 19.

Tabla 19. Factor material

	Tipo	Unidad de Carga	Dimensión			Observaciones
			largo	Ancho	alto	
Material de Ingreso <i>* Refiere a las materias primas e insumos para elaboración de la biblioteca.</i>	Lámina Madera	Unidad	2.44 m	1.22m	4 cm	<p>1. Las láminas de madera serán utilizadas para en las puertas y sillas de madera.</p> <p>2. Las láminas de madera se deben almacenar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • En lugares secos y ventilados • Separados del piso • En posición horizontal y siempre sobre estibas o superficies perfectamente lisas y planas. • Protegerlas del sol. <p>Cuando se almacenan en arrumes de gran altura, se recomienda dejar espacios de ventilación entre los mismos, para lo cual las estibas o durmientes deben quedar alineados y superpuestos unos encima de los otros para así evitar torceduras o pandeos.</p> <p>Las laminas de madera son traídas directamente del Caquetá, la cantidad de producto que se trae mensualmente a la organización es de 100 láminas.</p>

	Tipo	Unidad de Carga	Dimensión			Observaciones
			largo	Ancho	alto	
Material de Ingreso <i>Refiere a las materias primas e insumos para elaboración de la biblioteca.</i>	Lámina MADECOR®,	Unidad	2.44 m	1.53 m	12 mm	<p>1. Las láminas MADECOR®, serán utilizadas para el entablado de la puerta de madera.</p> <p>2. Las láminas de MADECOR®, se deben almacenar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • En lugares secos y ventilados, separados del piso, en posición horizontal y siempre sobre estibas o superficies perfectamente lisas y planas. • También se pueden almacenar verticalmente, siempre y cuando no se forme un ángulo superior a 5 grados contra la pared y manteniéndolas separadas del piso sobre estibas. <p>Cuando se almacenan en arrumes de gran altura, se recomienda dejar espacios de ventilación entre los mismos, para lo cual las estibas o durmientes deben quedar alineados y superpuestos unos encima de los otros para así evitar torceduras o pandeos.</p> <p>Las laminas de madecor son traídas directamente por la empresa Madecentro ubicada en la localidad de Engativa; la empresa solicita le material de acuerdo a la demanda de producto de los clientes. Normalmente la emrpsa hace pedidos una vez por semana.</p>
	Pegante (Colbon)	Galón	Tarro por 5 galones			Almacenar en lugares secos, separados del piso, en posición vertical.
Material de ingreso	Varilla acero	Unidad	3 m	11mm	11mm	<p>1. La varilla es utilizada para realizar la reja de banco.</p>

	Tipo	Unidad de Carga	Dimensión			Observaciones
			largo	Ancho	alto	
						2. Almacenar la varilla en una zona seca, en posición horizontal.
Material de ingreso	Láminas de vidrio	Unidad	2.50 m	2 m	5mm	Almacenar el vidrio en una zona seca, libre de humedad y limpia, cúbralo con un plástico. Se debe apoyar sobre una superficie de 5 a 7 grados respecto a línea vertical. Almacenar el vidrio en área de poco tráfico. No deslizar una lámina entre otra.
Material en proceso	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Material Terminado	Puerta madera	Unidad	0.035m	0.80 m	1.80 m	• Almacenar en lugares secos y ventilados, separados del piso, en posición vertical y siempre sobre estibas o superficies perfectamente lisas y planas.
	Sillas de madera	Unidad	0.44m	0.42m	1.02m	• Almacenar en lugares secos y ventilados separados del piso.
	Rejas de banco	Unidad	11mm	2m	1,20m	• Almacenar en lugares secos y ventilados.
Reproceso y rechazos	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Fuente: Autores.

4.2.2. Factor maquinaria.

La caracterización del factor maquinaria se encuentra desglosada en la tabla 20.

Tabla 20. Factor maquinaria

	TIPO	DIMENSIONES			CANTIDAD	OPERACIÓN
		Largo	Ancho	Alto		
MAQUINARIA PRODUCCION	Cepillo industrial	0,88	0,82	0,75	1	Permite disminuir el volumen de piezas de madera
	Planeadora	1,63	0,9	0,7	1	Enderezar la madera
	Sierra circular	1,49	1,06	0,8	1	Corte de materiales de madera
	Sierra sin fin	0,7	0,44	0,8	1	Permite cortar todo tipo de materiales
	Taladro de árbol	0,75	0,22	0,9	1	Realizar orificios y perforaciones.
	Trompo	0,82	0,6	0,75	1	Acanalar y pulir
	Equipo de soldadura	0,4	0,5	0,5	1	Unir piezas de acero y metálicas
	Cortadora acero	1,22	0,85	1	1	Cortar material de acero
	Dobladora	1,46	0,84	1,24	1	Doblar material acero y aluminio
EQUIPOS	Acolilladora 15 " Portátil	-	-	-	1	Realiza cortes diagonales de los materiales
	Ruteadora portátil	-	-	-	1	Permite realizar acanalados, labrar figuras complejas de la madera

Fuente: Autores.

4.2.3. Factor hombre.

En la tabla 21 se hace la caracterización del factor hombre para Industrias AJM Ltda., teniendo en cuenta que el horario laboral inicia a las 8:00 am y termina a las 6:00 pm, dentro de las cuales se contempla una (1) hora de almuerzo y una (1) hora para descanso.

Tabla 21. Factor hombre

TIPO	AREA DE TRABAJO	SEXO		CONDICIONES DE SEGURIDAD	MEDIDAS DE PREVENCIÓN
		Hombre	Mujer		
OPERATIVO	Ebanistería y carpintería	5		<ul style="list-style-type: none"> – Diseño de puestos de trabajo teniendo en cuenta condiciones de ERGONOMÍA, ANTROPOMETRÍA Y BIOMECÁNICA. – Dotación de herramientas, maquinas, equipos y materiales necesarios para ejecutar la actividad laboral en la organización. – Dotación de elementos de protección personal en caso de ser requerido. – Señalización de áreas 	<ul style="list-style-type: none"> – Capacitar al personal antes de realizar cualquier labor. – Gestionar campañas de orden y aseo en todos los lugares de trabajo. – Controlar la manipulación manual de carga. – Usar los EPP. – Realizar mantenimientos periódicos a las máquinas. – informar acerca de los requerimientos o anomalías que pueden llegar a presentarse en la ejecución de las operaciones. – Hacer pausas activas dentro de la jornada laboral. – Conocer el manejo adecuado de todos los equipos de la oficina, leyendo cuidadosamente las instrucciones antes de ponerlos en funcionamiento.
	Ornamentación	3			
	Trabajo de vidrio	2			
	Pintura	1	2		
	Instalación	2			
	Servicios varios	1			
ADMINISTRATIVO	Gerencia	1			
	Secretaria de Gerencia		1		

TIPO	AREA DE TRABAJO	SEXO		CONDICIONES DE SEGURIDAD	MEDIDAS DE PREVENCIÓN
		Hombre	Mujer		
	Ventas	1		de trabajo. – Ubicación de material para prevención de emergencias.	– Recordar apagar los equipos cuando no se vayan a usar más. – Tener presente dónde están ubicados los extintores y como utilizarlos. – Gestionar campañas de orden y aseo en todos los lugares de trabajo. – Uso de posturas adecuadas para evitar lesiones de espalda. – Hacer pausas activas dentro de la jornada laboral. – Los archivadores y armarios de cajones rodantes deben tener dispositivo de bloqueo.
	Auxiliar Administrativo	1			
	Contaduría	1			

Fuente: Autores.

4.2.4. Factor servicio.

La caracterización del factor servicio se encuentra desglosado en la tabla 22.

Tabla 22. Factor servicio

DESCRIPCIÓN	TIPO	REFERENTE A		CANTIDAD	OBSERVACIONES
		Personal	Maquinaria /material		
MATERIAL CONTRA EMERGENCIAS	Extintores	x	x	5	Un (1) extintor tipo A Un (1) extintor tipo solkaflam Tres (3) extintores ABC – multipropósito.
	Salidas de emergencia	x		2	Entrada principal y salida alterna de las instalaciones.
	Señalización	x		N.A.	Distribuida por todas las reas de trabajo.
	Botiquín	x		1	Dotado con los elementos mínimos.
AREA DE DESCANSO	Área interna	x		1	El personal tiene acceso a una sala de descanso dentro de las instalaciones de la empresa.
ILUMINACIÓN	Sistema de iluminación	x		N.A.	Sistema de Iluminación combinado, es decir, iluminación general para todas las áreas de trabajo e iluminación en algunas de las máquinas.
ÁREAS DE CIRCULACIÓN	Pasillos	x	x	N.A.	Cada pasillo permite la circulación de material y personas, cuenta con un espacio mínimo de dos (2) metros.

DESCRIPCIÓN	TIPO	REFERENTE A		CANTIDAD	OBSERVACIONES
		Personal	Maquinaria /material		
TURNOS DE TRABAJO	Turno de trabajo	x		1	Jornada laboral de 8 horas diarias
BAÑOS	Dama	x		1	-----
	Hombre	x		1	-----
ACOPIO DE RESIDUOS	Canecas para disposición de residuos	x	x	3	Caneca Roja – residuos peligrosos. Caneca verde – residuos ordinarios, no reciclables. Caneca negra – material reciclable.
	Acopio de residuos de operación	x	x	1	Incluido en el área de almacenamiento.
SERVICIOS AUXILIARES	Servicios públicos	x	x	N.A.	Suministro de agua, electricidad, gas y tubería de desagües.
MANTENIMIENTO	Maquinaria	x	x	N.A.	Cronograma para el respectivo mantenimiento preventivo de la maquinaria De igual manera cronograma para mantenimiento locativo.
	Instalaciones	x	x	N.A.	
ZONA DE PARQUEO	Parqueadero	x		1	Disposición de una zona de parqueadero para visitantes y trabajadores de la compañía.

Fuente: Autores.

4.2.5. Factor espera.

Las láminas de madera y madecor deben ser almacenadas en lugares secos y ventilados, en posición horizontal y siempre sobre estibas o superficies perfectamente lisas y planas; también se pueden almacenar verticalmente, siempre y cuando no se forme un ángulo superior a 5 grados contra la pared y manteniéndolas separadas del piso sobre estibas. Cuando se almacenan en arrumes de gran altura, se recomienda dejar espacios de ventilación entre los mismos, para lo cual las estibas o durmientes deben quedar alineados y superpuestos unos encima de los otros para así evitar torceduras o pandeos.

Dentro del proceso productivo, la espera que se produce esta dada en el área de pintura de los productos, teniendo en cuenta que se deben aplicar varias bases y cada una de ellas tiene un periodo de secado bastante amplio, para lo cual, el área cuenta con ventilación y un espacio donde se mantiene el producto en proceso hasta cumplir con esta etapa de producción.

Cabe aclarar que la empresa trabaja bajo la modalidad de pedido, en virtud de lo cual el tiempo que permanece el producto terminado en las instalaciones de la misma es mínimo, de manera que no se emiten condiciones especiales para este tipo de artículos.

4.2.6. Factor movimiento.

Por las características de la compañía, esta no cuenta con un sistema especial para el manejo de materiales y productos, es decir, no se cuenta con algún tipo de plataformas en las bodegas ni mucho menos, montacargas, ya que las láminas de madera-madecor, las varillas y los productos terminados son manipulados fácilmente por los operarios, teniendo en cuenta que para realizar esta actividad los trabajadores deben usar los elementos de protección personal.

Es necesario aclarar que el espacio entre pasillos es de dos (2) metros, permitiendo la movilidad de las personas y de los materiales. Además con la señalización de las áreas de trabajo se logra una ubicación pertinente dentro de la planta lo que facilita el desplazamiento por las instalaciones de la misma.

4.3 MÉTODO PARA LA DISTRIBUCIÓN

El método elegido para la distribución física de planta es por procesos o por taller ya que la fabricación de los productos en Industrias AJM Ltda. se genera de acuerdo al requerimiento de los clientes.

4.3.1 Distribución de planta del área de carpintería y ebanistería.

La empresa ha agrupado sus procesos en ocho (8) departamentos diferentes: almacenamiento de materia prima, banco de trabajo 1, planeadora (enderezar la madera), sierra circular (corte), cepillo (disminución grosor madera), sierra sin fin, trompo, banco de trabajo 2 y pintura.

Para realizar la distribución es necesario realizar la matriz de recorridos, es decir el número de desplazamientos que realiza entre cada uno de los departamentos, en la tabla 23 se aprecia la matriz de recorridos.

Tabla 23. Matriz de recorridos del área de carpintería y ebanistería

MATRÍZ DE RECORRIDOS										
Nº	Departamento	Recorridos entre departamentos								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Almacenamiento Materia prima	-	42							
2	Banco de trabajo 1		-	82				40		
3	Planeadora			-	82					
4	Sierra circular				-	82				
5	Cepillo					-	42			
6	Sierra sin fin						-	40		
7	Trompo							-	82	
8	Banco de trabajo 2								-	82
9	Pintura									-

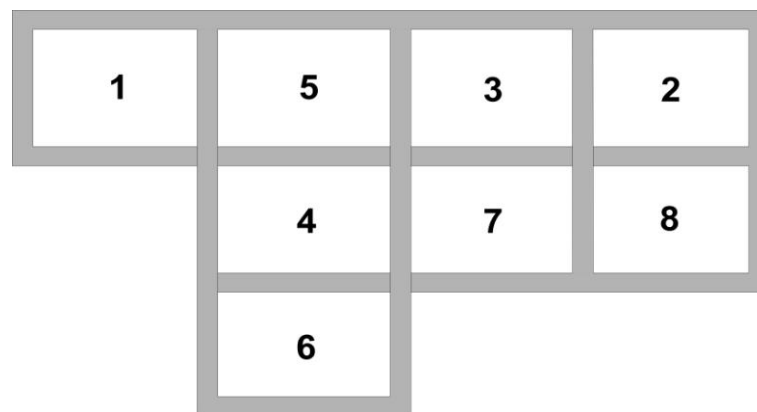
Fuente: Autores.

El mayor número de recorridos se está realizando entre los departamentos: 2 y 3 es de 82 recorridos, 3 y 4 se realizan 82 recorridos, 4 y 5 se realizan 82, entre 7 y 8 se realizan 82 recorridos, y por último entre los departamento 8 y 9 82 recorridos. Los menores recorridos se están realizando entre los departamentos: 1

y 2 se realizan 42 recorridos, 2 y 7 se realizan 40 recorridos, 5 y 6 se realizan 42 recorridos y por último entre los departamentos 6 y 7 se realizan 40 recorridos.

Para determinar la posición actual de cada uno de los departamentos y la cercanía entre cada uno de ellos en la industria se realiza un plano de bloques. En la figura 36 se aprecia el plano de bloques para industrias AJM Ltda. De otra parte cabe aclarar que el área de pintura no se tiene en cuenta en la distribución de bloques porque está ubicada en el tercer piso de la empresa.

Figura 36. Plano de bloques actual de carpintería y ebanistería



Fuente: Autores.

Una vez realizada la distribución de bloques actual de la empresa se procede a determinar el cálculo de recorridos por pares de departamentos con el fin de terminar los recorridos totales realizados en el área de carpintería y ebanistería. La tabla 24 representa los recorridos entre los pares de departamentos.

Tabla 24. Pares de departamentos en carpintería y ebanistería

PARES DE DEPARTAMENTOS	RECORRIDOS	DISTANCIA	TOTAL
Mp – B. trabajo 1	42	3	126
B. Trabajo 1 – Planeadora	82	1	82
Planeadora - S. circular	82	2	164
S. circular – cepillo	82	1	82
Cepillo – Sierra sin fin	42	2	84
Sierra sin fin – Trompo	40	2	80
Trompo - B. trabajo 2	82	1	82
TOTAL	452	12	700

Fuente: Autores.

En la tabla 24 se refleja los recorridos que se realizan entre cada uno de los departamentos para la realización de los diferentes productos, el recorrido total realizado es 700.

- **Clasificación de proximidad entre departamentos.**

La clasificación de proximidad refleja los juicios cualitativos de proximidad entre cada uno de los departamentos con el fin de realizar la distribución de planta, la clasificación teórica de proximidad se encuentra en la tabla 7. En la tabla 25 se aprecia cada uno de los juicios.

Tabla 25. Matriz de relaciones entre los departamentos de carpintería y ebanistería

MATRÍZ DE RELACIONES										
Nº	Departamento	Recorridos entre departamentos								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Almacenamiento Materia prima	-	(E)	I	U	U	U	U	U	U
2	Banco de trabajo 1		-	(A)	O	U	U	(I)	O	U
3	Planeadora			-	(A)	O	U	U	U	U
4	Sierra circular				-	(A)	O	U	U	U
5	Cepillo					-	(I)	U	O	U
6	Sierra sin fin						-	(I)	O	U
7	Trompo							-	(I)	U
8	Banco de trabajo 2								-	(O)
9	Pintura									-

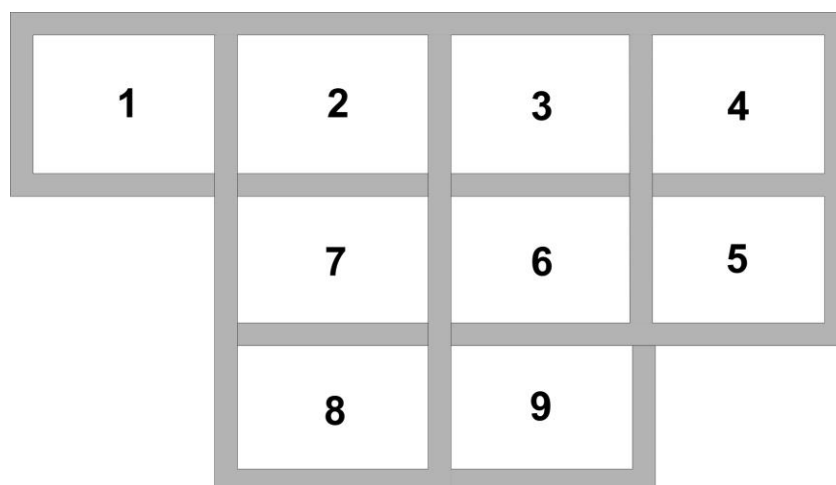
Fuente: Autores.

De acuerdo a la información de la tabla 25 los departamentos para los cuales es especialmente importante la cercanía entre ellos (E) es 1 y 2, para los departamentos que es absolutamente necesario la cercanía entre ellos (A) es 2 y 3; 3 y 4; 4 y 5, para los departamentos que es importante la cercanía entre ellos (I) es 5 y 6; 6 y 7; 7 y 8, y por último para los departamento que la proximidad es ordinaria (O) son 8 y 9.

- **Distribución propuesta plano de bloques.**

De acuerdo a la tabla 31 se realiza el plano de bloques propuesto para determinar la cercanía entre departamentos en la nueva planta. En la figura 37 se muestra como es la distribución de bloques propuesta.

Figura 37. Plano de bloques propuesto para carpintería y ebanistería



Fuente: Autores.

En la tabla 26 se pueden apreciar los pares de departamento propuesto de carpintería y ebanistería.

Tabla 26. Pares de departamento propuesto para carpintería y ebanistería.

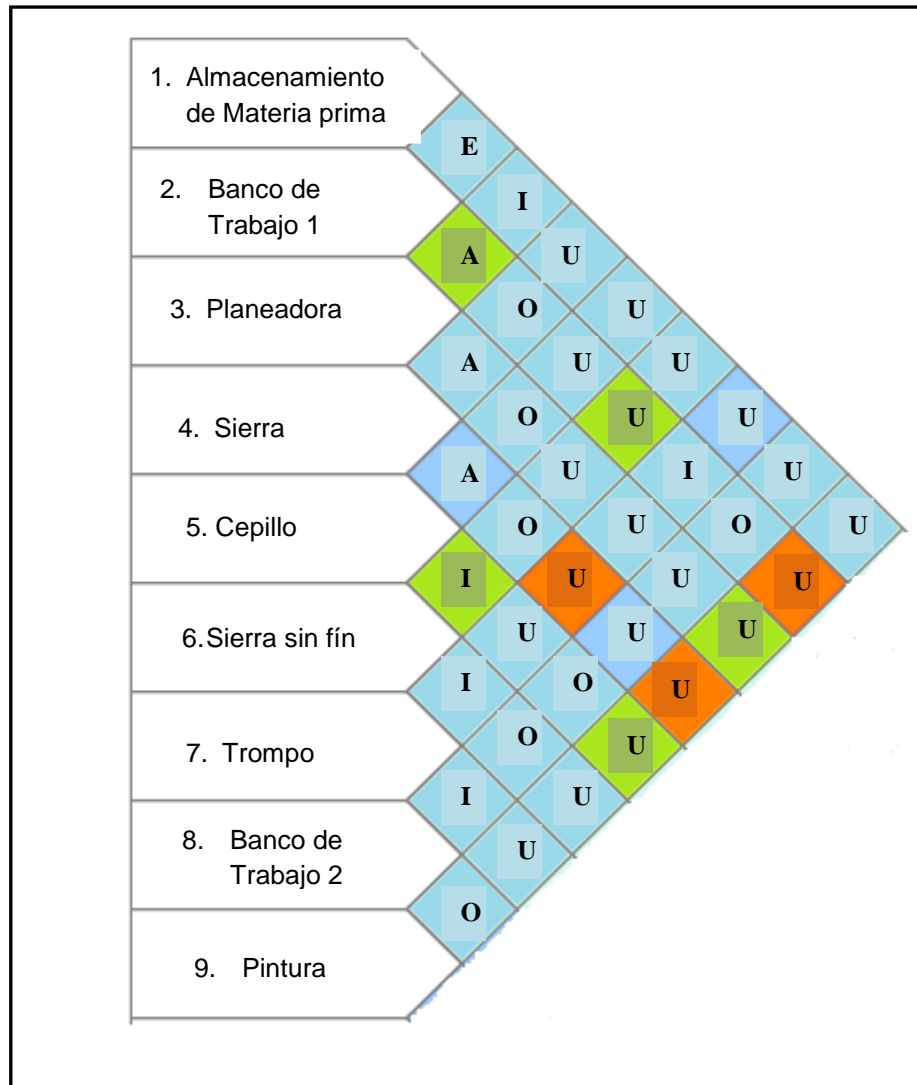
PARES DE DEPARTAMENTOS	RECORRIDOS	DISTANCIA	TOTAL
Mp – B. trabajo 1	42	1	42
B. Trabajo 1 – Planeadora	82	1	82
Planeadora - S. circular	82	1	82
S. circular – cepillo	82	1	82
Cepillo – Sierra sin fin	42	1	42
Sierra sin fin – Trompo	40	1	40
Trompo - B. trabajo 2	82	1	82
B. Trabajo 2 – Pintura	82	1	82
TOTAL	534	8	534

Fuente: Autores.

En la tabla 26 se refleja los recorridos que se realizan entre cada uno de los departamentos para la realización de los diferentes productos, el recorrido total que se realiza es 534 contemplando el área de pintura. En comparación con la tabla 24 hay una diferencia de 166 recorridos.

A continuación en la figura 38 se aprecia la tabla relacional propuesta de actividades para carpintería y ebanistería.

Figura 38. Tabla relacional propuesta de actividades Carpintería y ebanistería

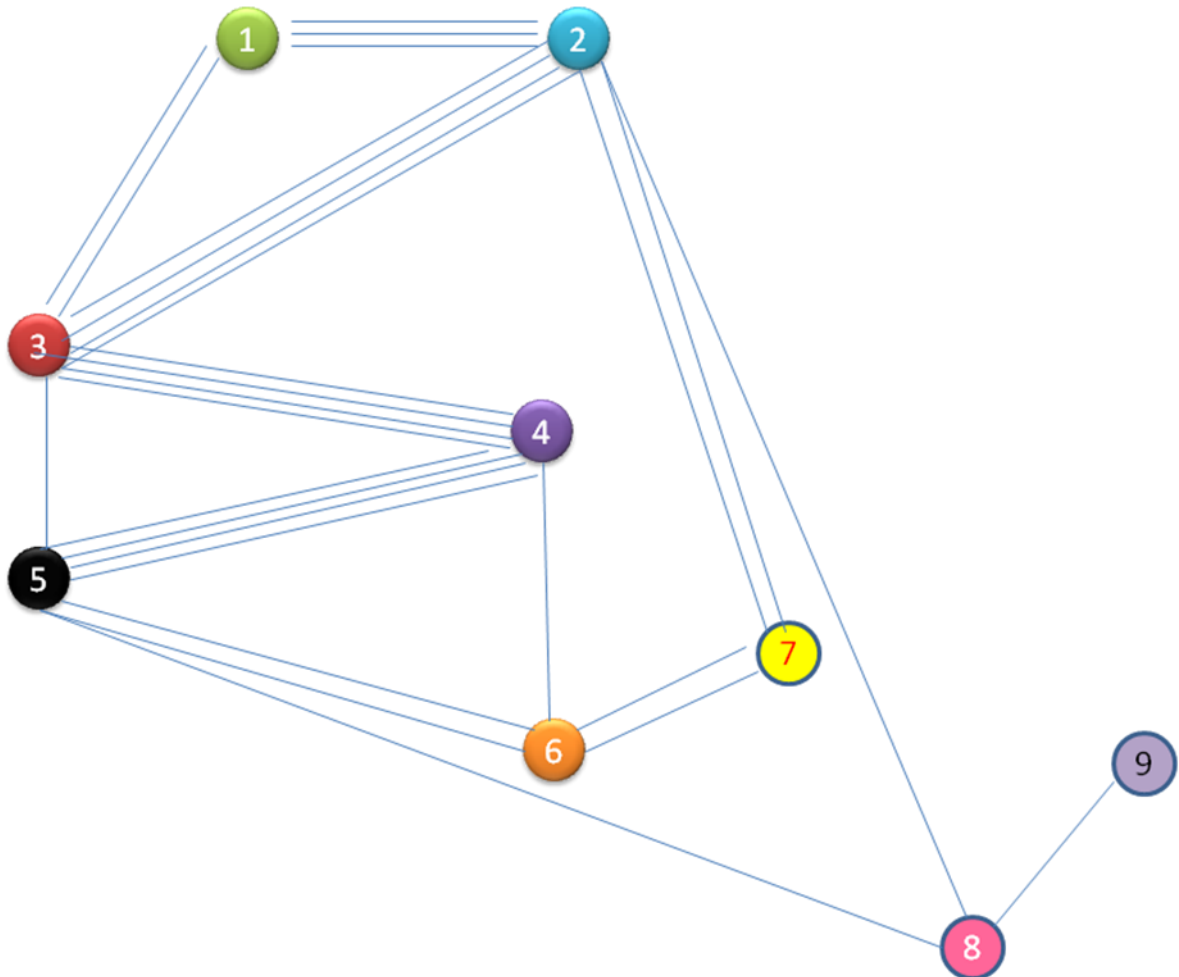


Fuente: Autores.

De acuerdo a la información en la tabla relacional de actividades las áreas para los cuales es especialmente importante la cercanía entre ellos (E) es 1 y 2, para los departamentos que es absolutamente necesario la cercanía entre ellos (A) es 2 y 3; 3 y 4; 4 y 5, para los departamentos que es importante la cercanía entre ellos (I) es 5 y 6; 6 y 7; 7 y 8, y por último para los departamento que la proximidad es ordinaria (O) son 8 y 9.

Adicional a la tabla relacional, a continuación se desglosa dicha tabla en una diagrama relacional que permite una visualización de la relación de actividades (figura 39).

Figura 39. Diagrama relacional de actividades



Fuente: Autores.

Las líneas trazadas en el diagrama expresan la existencia de relaciones entre las áreas y las ubicaciones preferentes entre cada una de los departamentos que lo conforman.

4.3.2. Distribución del área de ornamentación.

La empresa ha agrupado sus procesos en seis (6) departamentos diferentes: almacenamiento de materia prima, cortadora acero, burros de trabajo, pulidora, dobladora y pintura.

Para realizar la distribución es necesario realizar la matriz de recorridos, es decir, el número de desplazamientos que realiza entre cada uno de los departamentos, en la tabla 27 se aprecia la matriz de recorridos.

Tabla 27. Matriz de recorridos del área de ornamentación

MATRÍZ DE RECORRIDOS								
Nº	Departamento	Recorridos entre departamentos						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Almacenamiento materia prima	-	20					
2	Burro		-	20				
3	Cortadora			-	20			
4	Dobladora				-	20		
5	Soldadura					-	20	
6	Prensa						-	20
7	Pintura							-

Fuente: Autores.

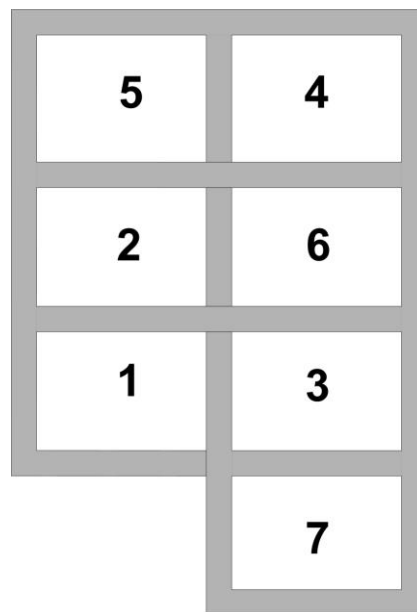
De acuerdo a la información de la tabla 27 los departamentos que es especialmente importante la cercanía entre ellos (E) es 1 y 2, para los departamentos que es absolutamente necesario la cercanía entre ellos (A) es 2 y 3; 3 y 4; 4 y 5, para los departamentos que es importante la cercanía entre ellos (I) es 5 y 6; 6 y 7; 7 y 8, y por último para los departamento que la proximidad es ordinaria (O) son 8 y 9.

En la matriz se identifica que la empresa cuenta con el mismo número de recorridos en cuanto en el proceso de fabricación de las rejjas lo que significa que la producción es en línea.

Para determinar la posición actual de cada uno de los departamentos y la cercanía entre cada uno de ellos en la industria se realiza un plano de bloques, representado este en la figura 40.

Para el área de pintura no se tiene en cuenta en la distribución de bloques porque está ubicada en el tercer piso de la empresa.

Figura 40. Plano de bloques actual de ornamentación



Fuente: Autores.

Después de realizar la distribución de bloques actual de la empresa se procede a determinar el cálculo de recorridos por pares de departamentos con el fin de terminar los recorridos totales realizados en el área de ornamentación. La tabla 28 representa los recorridos entre los pares de departamentos.

Tabla 28. Pares de departamentos actual ornamentación

PARES DE DEPARTAMENTOS	RECORRIDOS	DISTANCIA	TOTAL
Mp – Burro de trabajo	20	1	20
Burro de trabajo – Cortadora	20	2	40
Cortadora – Dobladora	20	2	40
Dobladora – Soldadura	20	1	20

PARES DE DEPARTAMENTOS	RECORRIDOS	DISTANCIA	TOTAL
Soldadura – Prensa	20	2	40
Prensa – Pintura	20	2	40
TOTAL	120	10	200

Fuente: Autores.

En la tabla 28 se refleja los recorridos que se realizan entre cada uno de los departamentos para la realización de los diferentes productos, el recorrido total que se realiza es 200.

- **Clasificación de proximidad entre departamentos.**

La clasificación de proximidad refleja los juicios cualitativos de proximidad entre cada uno de los departamentos con el fin de realizar la distribución de planta, la clasificación de proximidad se encuentra en la tabla 7, en la tabla 29 se aprecia la matriz de relaciones

Tabla 29. Matriz de relaciones entre los departamentos de ornamentación

MATRÍZ DE RELACIONES								
Nº	Departamento	Recorridos entre departamentos						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Almacenamiento materia prima	-	(A)	O	U	U	U	U
2	Burro		-	(E)	U	O	U	U
3	Cortadora			-	(I)	U	U	U
4	Dobladora				-	(I)	U	U
5	Soldadura					-	(I)	O
6	Prensa						-	(I)
7	Pintura							-

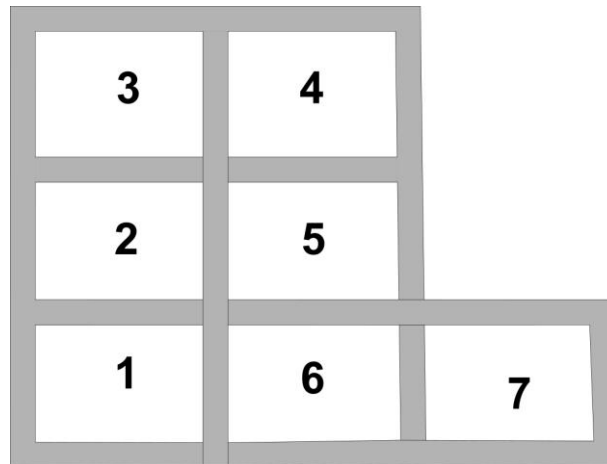
Fuente. Autores .

De acuerdo a la información de la tabla 29 los departamentos que es especialmente importante la cercanía entre ellos (E) es 2 y 3, para los departamentos que es absolutamente necesario la cercanía entre ellos (A) es 1 y 2, para los departamentos que es importante la cercanía entre ellos (I) es 3 y 4; 4 y 5; 5 y 6, 6 y 7.

- **Distribución plano de bloques propuesta de ornamentación**

De acuerdo a la tabla 29 se realiza el plano de bloques propuesto para determinar la cercanía entre departamentos en la nueva planta. En la figura 41 se muestra como es la distribución de bloques propuesta.

Figura 41. Plano de bloques propuesto para ornamentación



Fuente. Autores.

Según el plano de bloques propuesto los pares de departamento se desglosan en la tabla 30.

Tabla 30. Pares de departamento propuesto de ornamentación

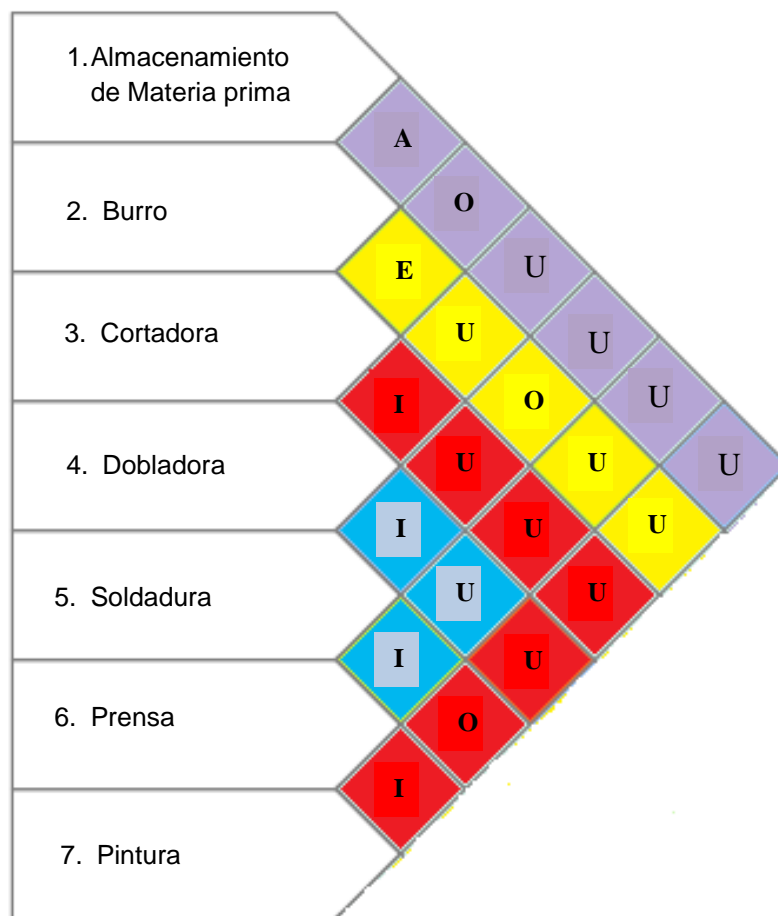
PARES DE DEPARTAMENTOS	RECORRIDOS	DISTANCIA	TOTAL
Mp – Burro de trabajo	20	1	20
Burro de trabajo – Cortadora	20	1	20
Cortadora – Dobladora	20	1	20
Dobladora – Soldadura	20	1	20
Soldadura – Prensa	20	1	20
Prensa – Pintura	20	1	20
TOTAL	120	6	120

Fuente. Autores.

En la tabla 30 se refleja los recorridos que se realizan entre cada uno de los departamentos para la realización de los diferentes productos, el recorrido total que se realiza es 120; en comparación con la tabla 28 hay una diferencia de 80 recorridos.

A continuación en la figura 42 se aprecia la tabla relacional de actividades donde se identifica la importancia de cercanía entre un departamento u otro.

Figura 42. Tabla relacional de actividades Ornamentación



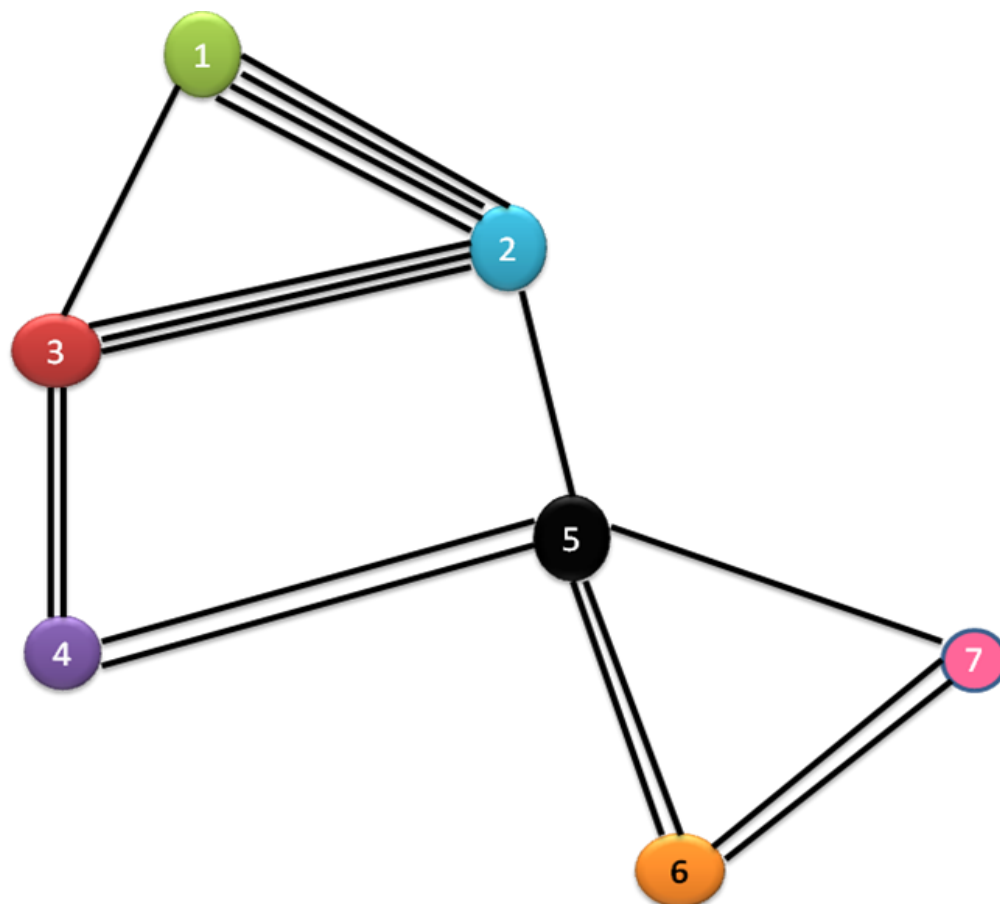
Fuente: Autores.

De acuerdo a la información relacionada en la figura 42 los departamentos que es especialmente importante la cercanía entre ellos (E) 2 y 3, para los departamentos que es absolutamente necesario la cercanía entre ellos (A) es 1 y

2, para los departamentos que es importante la cercanía entre ellos (I) es 3 y 4; 4 y 5; 5 y 6, 6 y 7.

A continuación en la figura 43 se encuentra el diagrama relacional de actividades.

Figura 43. Diagrama relacional de actividades ornamentación



Fuente: Autores.

Las líneas trazadas en el diagrama expresan la existencia de relaciones entre las áreas y las ubicaciones preferentes entre cada departamento.

4.4 CÁLCULO DE ÁREAS

Para la realización de la distribución de planta se hace necesario calcular el área requerida para cada uno de los departamentos que intervienen en el proceso productivo.

En primera instancia se calcula la superficie estática (SE) la cual indica el área de mayor proyección sobre el piso, posteriormente se calcula la superficie gravitacional (SG) la cual comprende la SE por los lados de operación de las maquinarias, consecutivamente se calcula el área en movimiento (SM) requerida que tiene el operario para realizar sus funciones y por último el área total es la superficie optima para uso de la organización.

1. SE = Superficie estática (área de proyección en el piso)

$$SE = Lado \times Ancho$$

2. SG = Superficie gravitacional

$$SG = SE \times \text{Lados de operación}$$

3. SM=Superficie en movimiento

$$SM = k(SE + SG)$$

$$k = \text{Altura media de las personas} / 2 \times \text{Altura media del equipo}$$

4.4.1. Cálculo de áreas de la carpintería y ebanistería.

En la tabla 31 se muestra las dimensiones de cada uno de los departamentos y los cálculos de las superficies nombras anteriormente según:

Tabla 31. Áreas de departamentos de carpintería y ebanistería

EQUIPO	LARGO (metros)	ANCHO (metros)	ALTURA (metros)	K	LADOS DE OPERACIÓN	S. E. (m ²)	S. G (m ²)	S.M. (m ²)	SUPERFICIE TOTAL (m ²)
Banco de trabajo1	2,4	0,9	0,9	0,94	3	2,16	6,48	8,16	16,8
Banco de trabajo2	2,4	0,9	0,9	0,94	3	2,16	6,48	8,16	16,8
Cepillo industrial	0,88	0,82	0,75	1,13	1	0,72	0,72	1,64	3,08
Planeadora	1,63	0,9	0,7	1,21	1	1,47	1,47	3,56	6,50
Sierra circular	1,49	1,06	0,8	1,06	2	1,58	3,16	5,03	9,77
Sierra sinfín	0,7	0,44	0,8	1,06	2	0,31	0,62	0,98	1,91
Taladro de árbol	0,75	0,22	0,9	0,94	1	0,17	0,17	0,31	0,64
Trompo	0,82	0,6	0,75	1,13	3	0,49	1,48	2,23	4,20
Armario de herramientas	0,71	0,5	2	0,4	1	0,36	0,36	0,3	1,01
ÁREA TOTAL									60,71

Fuente. Autores.

El resultado total de las superficies son las que se debe tener en cuenta para realizar la distribución en planta propuesta. El área total encontrada fue 60,71 metros cuadrados.

Es importante resaltar que la organización realice la distribución con el área requerida de los departamentos para que haga un óptimo uso del suelo y así evitar interrupciones y accidentes en cada una de las áreas.

4.4.2. Cálculo de áreas de ornamentación.

En la tabla 32 se muestra las dimensiones de cada uno de los departamentos de ornamentación y los cálculos de las superficies nombradas anteriormente.

Tabla 32. Áreas de la ornamentación

EQUIPO	LARGO (metros)	ANCHO (metros)	ALTURA (metros)	K	LADOS DE OPERACIÓN	S. E. (m ²)	S. G (m ²)	S.M. (m ²)	S. TOTAL (m ²)
3 Burros de trabajo	1,5	0,6	0,9	0,94	2	0,9	1,8	2,55	15,75
Soldadura	0,4	0,5	0,5	1,7	1	0,2	0,2	0,68	1,08
Cortadora acero	1,22	0,85	1	0,85	1	1,04	1,04	1,76	3,84
Dobladora	1,46	0,84	1,24	0,68 5	1	1,226 4	1,23	1,68	4,13
Prensa 1	0,4	0,4	0,8	1,06 3	2	0,16	0,32	0,51	0,99
Prensa 2	0,4	0,4	0,8	1,06 3	2	0,16	0,32	0,51	0,99
ÁREA TOTAL									26,78

Fuente. Autores.

El resultado total de las superficies son las que se debe tener en cuenta para realizar la distribución en planta propuesta de la ornamentación, el área total encontrada fue 26,78 metros cuadrados.

De acuerdo a los resultados se debe que realizar la distribución teniendo como base los cálculos de cada uno de los departamentos, la exactitud y buen manejo de la información ayuda a la optimización de los recursos de la organización.

4.4.3 Cálculo de áreas de vidrio.

El cálculo del área del vidrio se tiene contemplado puesto que se ha venido nombrando a lo largo del documento, que la organización busca la integración de todas sus áreas productivas en un mismo sector y aunque no se haya hecho un análisis profundo es necesario hacer el cálculo de sus departamentos.

En la tabla 33 se muestra las dimensiones de cada uno de los departamentos de vidrio y los cálculos de las superficies nombradas anteriormente.

Tabla 33. Áreas del vidrio

EQUIPO	LARGO (metros)	ANCHO (metros)	ALTURA (metros)	K	LADOS DE OPERACI ÓN	S. E. (m ²)	S. G (m ²)	S.M. (m ²)	SUPERFICI E TOTAL (m ²)
Mesa de trabajo	2,5	1,5	1	0,85	4	3,75	15	15,94	34,69
Armario de herramientas	0,7	0,4	1,8	0,47	1	0,28	0,28	0,26	0,82
ÁREA TOTAL									35,51

Fuente. Autores.

El resultado total de las superficies son las que se deben tener en cuenta para realizar la distribución en planta propuesta del vidrio, el área total encontrada fue 35,51 metros cuadrados.

Dentro de este resultado de área total se realizar la distribución teniendo en cuenta la mesa de trabajo que es operada por los 4 lados que la componen y el armario de herramientas utilizado para guardar los utensilios.

4.4.4. Determinación de áreas de servicio de almacenamiento de materiales de la empresa.

Las materias primas se deben almacenar en condiciones que aseguren su buena conservación físico-química y microbiológica de materias primas y productos terminados

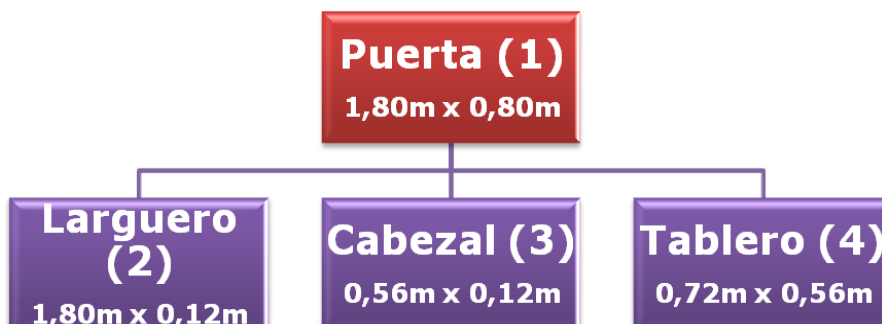
La zona destinada a almacenamiento, estará diseñada de tal forma que en ella se puedan ubicar por orden las materias primas y productos acabados, debidamente separados y clasificados según su naturaleza con el fin de evitar que se produzcan confusiones y errores.

Para realizar el cálculo del área de almacenamiento; primero se hace necesario saber cuánto material se necesita tener almacenado de acuerdo a los productos de la proyección al año 2015 en Industrias AJM Ltda.

4.4.4.1. Requerimiento de materiales para elaborar una puerta de madera. El requerimiento de materiales con las especificaciones en dimensiones para

elaborar una puerta de madera entablada, según los atributos descritos por el personal de Industrias AJM Ltda. se muestra en la figura 44.

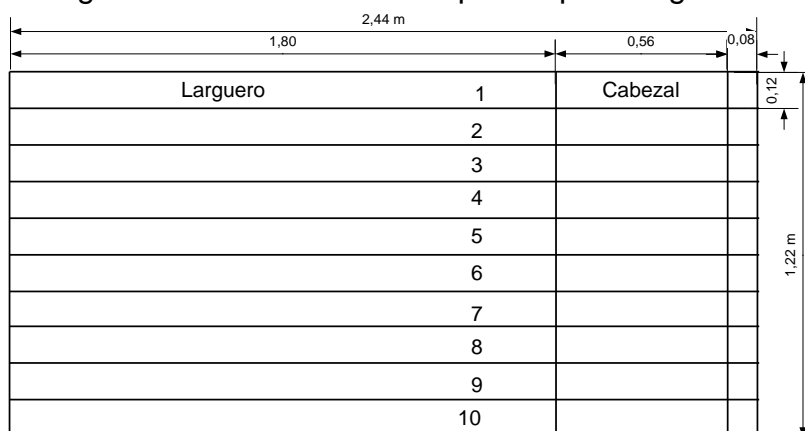
Figura 44. Requerimiento de materiales para puerta de madera



Fuente: Autores.

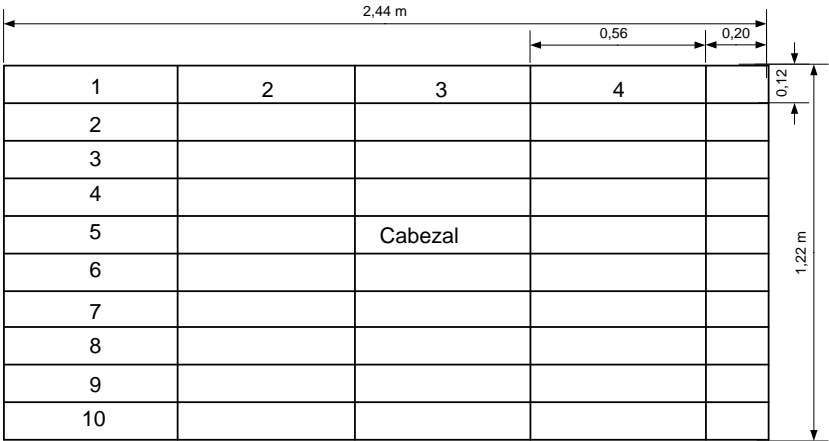
Teniendo como base el requerimiento de materiales mostrado en la figura anterior, en la tabla 34 se realiza el análisis de necesidades de materia prima con la finalidad de calcular posteriormente el área de servicios de almacenamiento de materiales para una programación de producción de cuarenta y dos (55) puertas aproximadamente en el mes, además las figuras 45, 46 y 47 muestran la distribución de espacios a tener en cuenta de cada una de las partes de la puerta dentro de las láminas, de madera y madecor, para facilitar el cálculo y optimizar el material.

Figura 45. Distribución de espacios para largueros



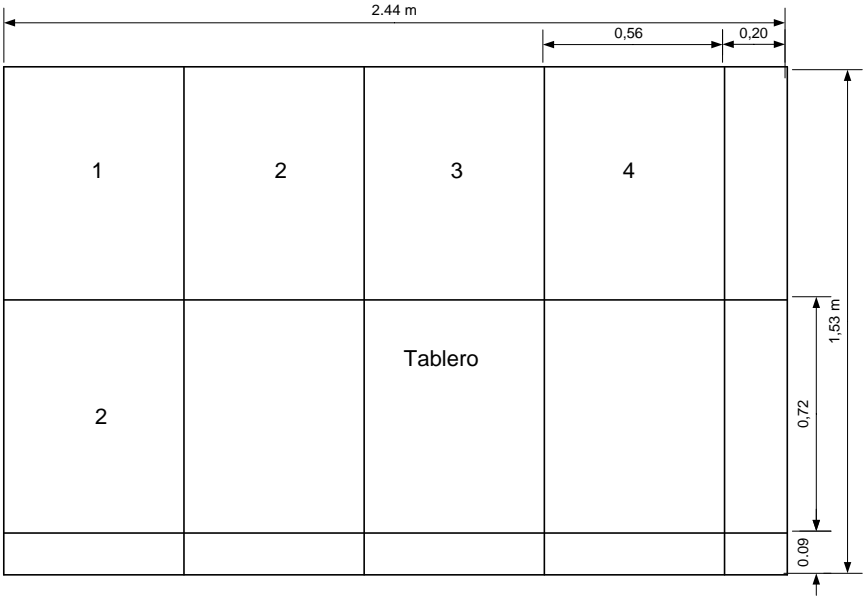
Fuente: Autores.

Figura 46. Distribución de espacios para cabezal



Fuente: Autores.

Figura 47. Distribución de espacios para tableros



Fuente:

Autores.

Tabla 34. Requerimiento de materiales de la puerta de madera

Material	Requerimiento 1 puerta	Requerimiento 42 puertas	Especificaciones de material	Dimensiones de lámina	Unidades elaboradas por lámina	Cálculo	Total láminas requeridas
Larguero	2	110	Madera	2.44 x 1.22	10	$\frac{110unit}{10unit} \div \frac{1lamina}{10unit} = 11láminas$	11
Cabezal	3	165	Madera	2.44 x 1.22	40	<p>* Por cada lámina adquirida para el larguero, según la figura 48, se obtienen además 10 unidades de cabezales, teniendo así 110 unidades; y restando calcular el número de láminas para 55 cabezales.</p> $\frac{55unit}{40unit} \div \frac{1lamina}{40unit} = 1,4láminas$	2
Tablero	4	220	Madecor	2.44 x 1.53	8	$\frac{220unit}{8unit} \div \frac{1lamina}{8unit} = 27,5láminas$	28

Fuente: Autores.

A partir de la tabla 34 se establece que en el cálculo del área de servicio para la nueva distribución en planta de Industrias AJM Ltda se debe contemplar el almacenamiento de trece (13) láminas de madera y veintiún (28) láminas de madecor para fabricación de puertas.

4.4.4.2. Requerimiento de materiales para elaborar una silla de madera. El requerimiento de materiales con las especificaciones en dimensiones para elaborar una silla de madera, según los atributos descritos por el personal de Industrias AJM Ltda. se muestra en la figura 48.

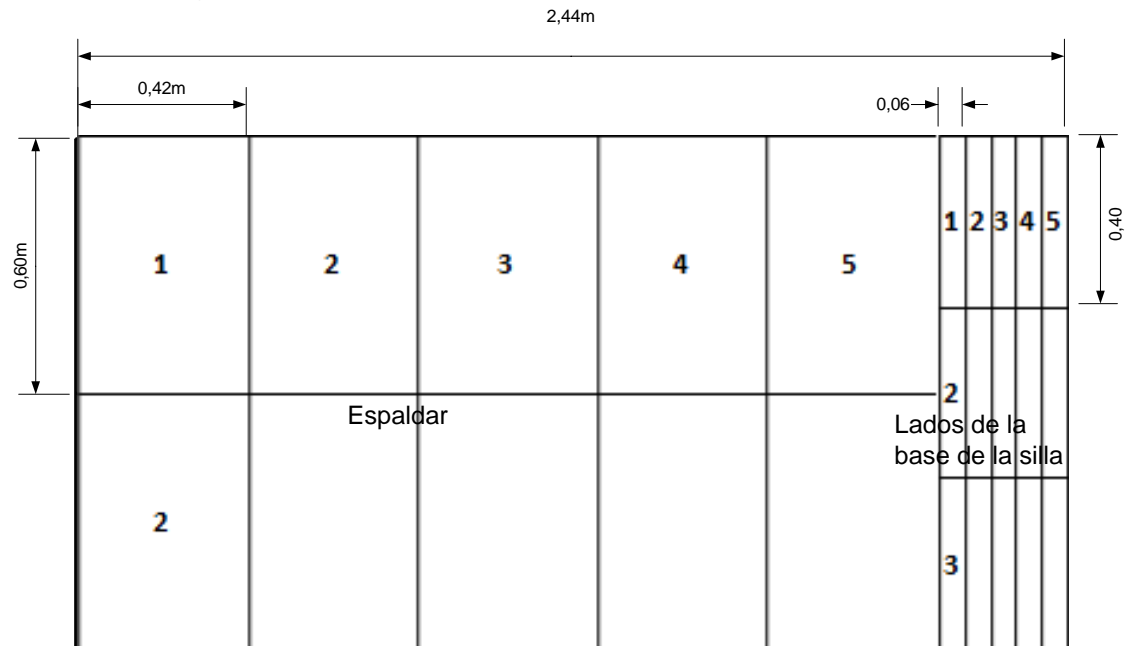
Figura 48. Requerimiento de materiales para puerta de madera



Fuente: Autores.

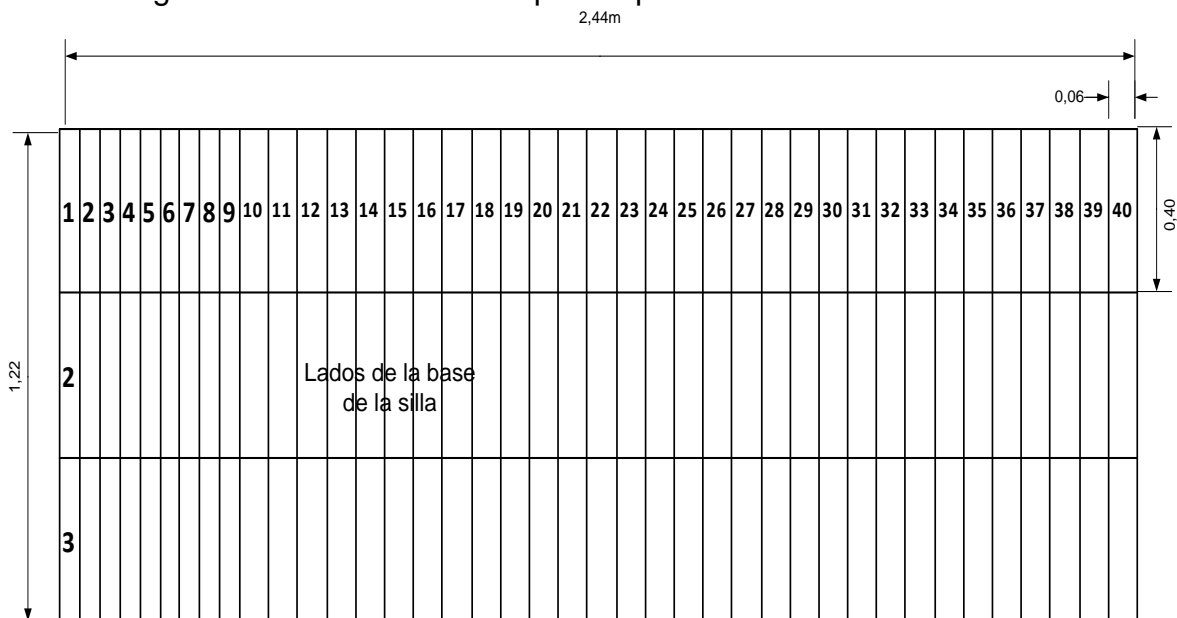
Teniendo como base el requerimiento de materiales mostrado en la figura anterior, en la tabla 35 se realiza el análisis de necesidades de materia prima con la finalidad de calcular posteriormente el área de servicios de almacenamiento de materiales para una programación de producción de cincuenta y dos (52) sillas aproximadamente en el mes, además las figuras 49, 50 y 51 muestran la distribución de espacios a tener en cuenta de cada una de las partes de la silla dentro de las láminas de madera para facilitar el cálculo y optimizar el material.

Figura 49. Distribución de espacios para espaldar de la silla



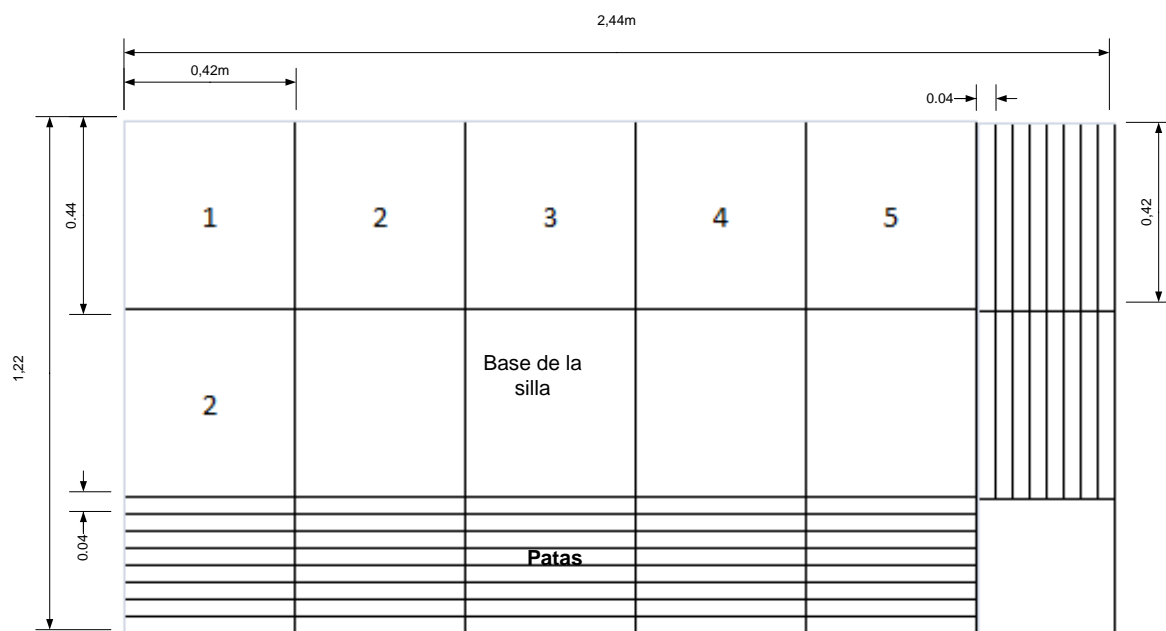
Fuente: Autores.

Figura 50. Distribución de espacios para lados de base de la silla



Fuente: Autores.

Figura 51. Distribución de espacios para base de la silla y patas de la silla



Fuente: Autores.

Tabla 35. Tabla de requerimiento de materiales de la silla de madera

Pieza del producto	Requerimiento 1 silla	Requerimiento 52 sillas	Especificación del material	Dimensiones de lámina (m)	Unidades elaboradas por lámina	Cálculo	Total láminas requeridas
Espaldar	1	52	Lámina de madera	2.44 x 1.22	10	$\frac{52unit}{10 unit} \div \frac{1lamina}{10 unit} = 5,2lámina$	6
Lado base asiento	2	208	Lámina madera	2.44 x 1.22	120	<p>* Por cada lámina adquirida para el espaldar salen según la figura 52, salen 15 unidades del lado de base de asiento, teniendo así 90 unidades; resta calcular el número de láminas para 108 lados de base del asiento.</p> $\frac{108unit}{120 unit} \div \frac{1lamina}{120 unit} = 0,9lámin$	1
Base del asiento	1	52	Lámina de madera	2.44 x 1.22	10	$\frac{52unit}{10 unit} \div \frac{1lamina}{10 unit} = 5,2lámina$	6
Pata	4	208	Lámina de madera	2,44 x 1,22	150	Por cada lámina adquirida para la base del asiento salen según la figura 54, salen 56 unidades del lado de base de asiento, teniendo así 336 unidades, no es necesario calcular la cantidad de patas necesarias.	0

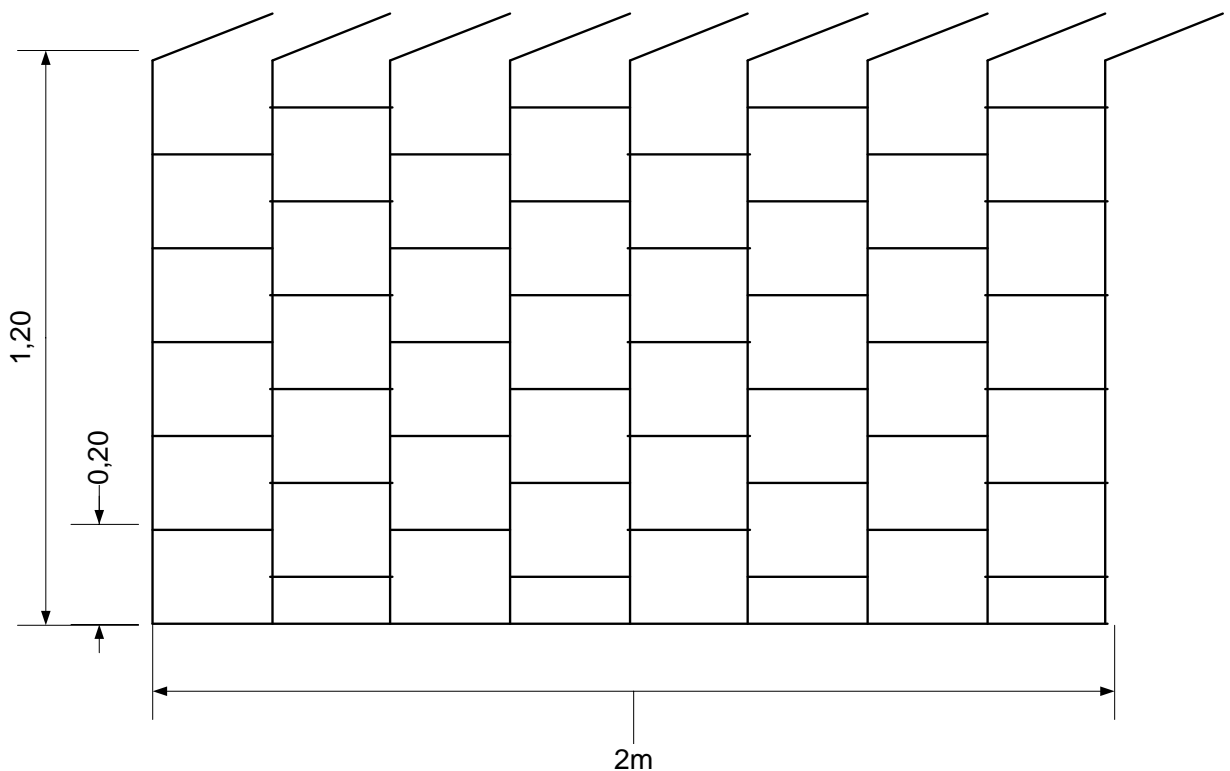
Fuente. Autores.

A partir de la tabla 35 se establece que en el cálculo del área de servicio para la nueva distribución en planta de Industrias AJM Ltda, teniendo en cuenta que se desea producir 52 sillas de madera se debe contemplar el almacenamiento de láminas (13) láminas de madera

4.4.4.3. Requerimiento de materiales necesarios para realizar una reja de 2m x 1,20m.

El requerimiento de materiales para realizar una reja de 2m x 1,20 para elaborar una reja de acero, según los atributos descritos por el personal de Industrias AJM Ltda. en la figura 52 se muestra el producto.

Figura 52. Requerimiento de materiales para reja



Fuente. Autores.

Cálculos de requerimiento varilla de acero de 3m x 11 mm para realizar la reja de 1,20m x 2m. Hay que tener en cuenta que una reja tiene 2.4 metros cuadrados, se

hace necesario el cálculo de cuantas rejas se necesitan para sacar 21 m², en la siguiente figura se muestra los cálculos:

- Cálculo de rejas necesarias para realizar 21 m² cuadrados en promedio al mes

$$\frac{1 \text{ Reja}}{x} = \frac{2,4 \text{ m}^2}{21 \text{ m}^2}$$

$$X=9 \text{ Rejas}$$

La cantidad de rejas necesarias para realizar 21 m² de reja en promedio al mes es de 9 rejas.

Si por cada reja se gastan 9 varillas aproximadamente, se tiene que hacer el cálculo cuantas varillas se necesitan para realizar las 9 rejas; en la siguiente figura se aprecia el cálculo para la obtención de varillas necesarias:

- Cálculo de varillas necesarias para realizar 9 rejas en promedio al mes

$$\frac{1 \text{ Reja}}{9 \text{ Reja}} = \frac{9 \text{ varillas}}{x}$$

$$X = 81 \text{ varillas}$$

La cantidad de varillas necesarias para realizar 11 rejas en promedio al mes son 82 varillas aproximadamente.

A continuación, en la tabla 36, se efectúa el cálculo del área mínima requerida para almacenamiento, teniendo en cuenta que dicho cálculo se ha diseñado para la cantidad máxima de cada material que la compañía mantendría en almacenamiento acorde a la modalidad de pedido que esta mantiene con los proveedores y a lo proyectado en ventas a los clientes.

Tabla 36: Área requerida para almacenamiento de materiales

ÁREA DE CARPINTERIA Y EBANISTERIA				
Material	Dimensiones	Cantidad almacenamiento (unidades)	Posición almacenamiento	Área requerida (m ²)
Lámina de madera	2,44m x 1,22m x 0,04	100	Vertical (1,22m x 0,04)	4,88

Lámina de madecor	2.44m x 1,53m x 0,01m	100	Vertical (1.53m x 0,01	1,53
ÁREA DE ORNAMENTACIÓN				
Material	Dimensiones	Cantidad almacenamiento (Unidades)	Posición almacenamiento	Área requerida (m ²)
Varilla acero cuadrada	3m x 11mm	99	Horizontal	3,3
ÁREA DE VIDRIO				
Material	Dimensiones	Cantidad almacenamiento (Unidades)	Posición almacenamiento	Área requerida (m ²)
Lámina de vidrio	2m x2,40m x 5mm	5	Vertical (2,40m x0,05m)	0.06
			ÁREA SUB TOTAL	9,77 m ²
*ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE DESPERDICIOS				
15% Adicional				1,46
			AREA SUB- TOTAL	11,23
**ÁREA DE MOVILIDAD EN ALMACENAMIENTO				
40%				3,37
			TOTAL	14,6

Fuente. Autores.

El área requerida para almacenamiento de materia prima es de 14,6 m².

*Se contempla el área de almacenamiento de desperdicio con el 15% del área calculada.

**Se contempla el área de movilidad en el área de almacenamiento es del 30% del área sub- total.

4.4.5 Área producto terminado

Como la empresa para su proyección de cinco (5) años va a vender aproximadamente 44 puertas de madera mensual, 43 sillas de madera mensual y 21 m² de reja se plantea que el área de producto terminado sea determinada por

la cantidad de productos que se pueden almacenar por semana. En la tabla 37 se determina el área de almacenamiento de producto terminado.

Tabla 37. Almacenamiento semanal

PRODUCTO	ALMACENAMIENTO SEMANAL	ÁREA OCUPADA	ÁREA TOTAL
Puertas	11 unidades	0,28 m ²	3.08 m ²
Sillas	11 unidades	0.185 m ²	2.04 m ²
Rejas	6 m ² (3 Rejas)	0,22 m ²	0,06 m ²
ÁREA TOTAL REQUERIDA			5,18 m²

Fuente. Autores.

El área requerida para almacenamiento de producto terminado es prima es de 5,18 m².

4.4.6 Determinación de área de servicio de la empresa.

Estos hacen referencia a todos los espacios que tiene la empresa dedicados a bienestar de los empleados. Cuando una empresa cuenta con áreas de servicio se está asegurando la calidad de vida de los empleados, influyendo en forma directa a la calidad del producto y del proceso.

El área de servicio de una empresa debe ser proporcional a la cantidad de trabajadores con los que cuenta. Hay que tener en cuenta que no existen formulaciones para calcular áreas de cafetería, enfermería. El área de servicio a tener en cuenta es el número de baños necesarios en la planta.

De acuerdo a la resolución 2400 de 1979 del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, el numeral 17, la cantidad de inodoros, duchas y lavamanos es de 1 por cada 15 trabajadores. En Industrias AJM Ltda. se cuenta con 21 trabajadores entonces la cantidad de baños necesarios es uno para mujeres y dos para hombres. Sin embargo, esto no indica que sólo pueden existir 3 baños dentro de la empresa.

4.5 DISEÑO DE DISTRIBUCIÓN

El diseño de la distribución se llevo a cabo a partir de la iniciativa del dueño de la empresa en unificar las diferentes áreas productivas en una sola locación y a partir de este punto se realizo el análisis de cada una de las áreas y departamentos.

4.5.1 Propuesta de distribución.

Con base en la definición de los factores de distribución, en el cálculo de áreas y en las disposiciones del gerente de la compañía, se planteó la distribución de las áreas de INDUSTRIAS AJM LTDA, que tuviera en cuenta las disposiciones gubernamentales así como los estudios realizados y los resultados correspondientes en la investigación de este proyecto. En la figura 53 se muestra la distribución de planta propuesta.

FIGURA 53. PLANO PROPUESTO PARA LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

De acuerdo a la figura 53, el diseño de la distribución de planta se realizó para las áreas de carpintería y ebanistería, ornamentación y vidrio. Las áreas tenidas en cuenta en el diseño se contemplan en la siguiente tabla 38, además siendo agrupadas en área administrativa, área de servicio y área de producción, de manera que se logre verificar el porcentaje ocupado por cada una de estas dentro del total del diseño de planta propuesta.

Tabla 38. Áreas de almacenamiento

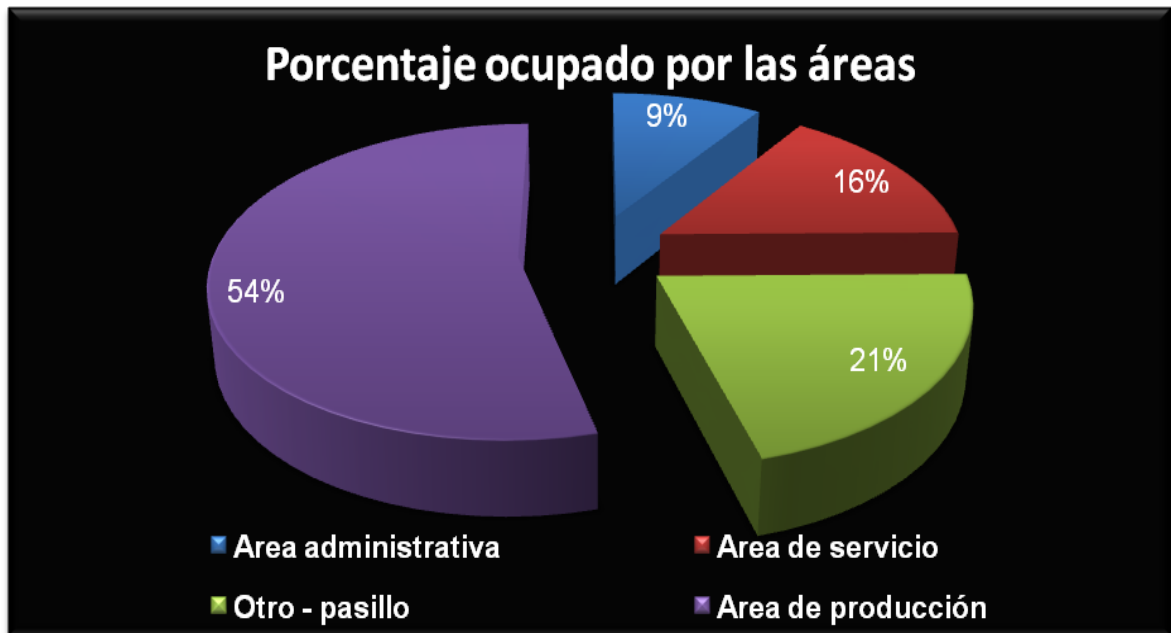
ZONA DE EMPRESA	ÁREA CONTEMPLADA	GRUPO	PORCENTAJE OCUPADO
Recepción	11 m ²	Área administrativa	9%
Gerencia	20 m ²		
Almacenamiento de materia y prima y producto terminado.	20 m ²	Área de producción	54%
Ebanistería y carpintería	61 m ²		
Ornamentación	28 m ²		
Vidrio	36 m ²		
Pintura	10 m ²		
Parqueadero materiales	24 m ²		
Baño	11 m ²	Área de servicio	16%
Área de descanso	20 m ²		
Parqueadero de carros particulares	20 m ²		
Subtotal	232 m²	--	---
*Pasillos	69.6 m ²	Otro - Pasillos	21
Total	300,6 m²		100%

Fuente: Autores.

* El área para los pasillos de la organización es el 30 % del subtotal de todas las áreas; se debe tener en cuenta que el ancho mínimo de cada pasillo es de 2.

Después de la agrupación de las áreas, en la figura 54 se grafican los porcentajes ocupados por cada una de ellas.

Figura 54. Distribución de áreas en la planta



Fuente: Autores.

De la figura anterior se puede apreciar que el área de producción es la de mayor participación ocupando un poco más de la mitad del diseño de planta propuesto, allí se ha incluido la zona de carpintería y ebanistería, ornamentación, vidrio, almacenamiento de materia prima y producto terminado y por último el espacio delegado para cargue y descargue de la materia prima o de los producto elaborados para los clientes.

En segunda instancia de ocupación de espacios se encuentran los pasillos con un 21%, los cuales no se incluyen el área de servicios ni en el área de producción, puesto que se puede ser usado con los fines, tanto para desplazamiento de personal, como para desplazamiento de materiales o producto en proceso.






Esta área es seguido de los espacios designados para servicio con un 16%, porcentaje bastante amplio, pero es necesario aclarar que se ha tenido en cuenta una zona de descanso que los trabajadores van a ocupar en los dos (2) tiempos libres que se manejan en la jornada laboral diaria ya sea para consumir alimentos o como descanso en las actividades, adicional a ello se suman elementos tan imprescindible como son los baños y por último un zona de parqueo para vehículos particulares incluyendo personal de la empresa o visitantes de la misma.

Por último se tiene el área administrativa ocupando solo un 9% de la planta, porcentaje que se considera justo de acuerdo a las características de la empresa y donde solo se ha contemplado una zona para la recepción y otra para la gerencia.

A partir de la distribución propuesta, en la figura 55 se visualizan los recorridos de las puertas de madera y las rejas de acero, los cuales permiten tener un diagrama de flujo de proceso propuesto con una variación en las distancias según se muestra en la figura 56, 57 y 58 respectivamente. Se aclara que el diagrama de recorrido propuesto para la silla de madera no se caracterizó debido a que es muy similar al de la puerta de madera, así pues, este último se tomó para hacer el análisis.






**FIGURA 55. DIAGRAMA DE RECORRIDO SOBRE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA
PROPUESTA**

Figura 56. Diagrama de flujo de proceso propuesto para puertas de madera

LEVANTO: Cesar Cucaita / Jennifer Barragán				AUTORIZO: Arnulfo Góngora				FECHA: 21-07-2010							
DIAGRAMA COMIENZA: Almacenamiento de materia prima															
DIAGRAMA TERMINA: Almacenamiento de producto terminado															
DIAGRAMA:				ACTUAL:		PROPUESTO		X							
				HOMBRE:		MATERIAL:		X							
PROCESO: <i>PUERTA TABLERADA 1,80 X 0,80</i>															
OBSERVACIONES:															
N°	DESCRIPCIÓN	 OPERACIÓN	 TRANSPORTE	 INSPECCIÓN	 DEMORA	 ALMACENAJE	CANTIDAD (Unid)	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	POSIBILIDAD					OBSERVACIONES
										ELIMINAR	MEJORAR	CAMBIAR			
		SECUENCIA PERSONAL	MAQUINA												
1	Almacenamiento de materia prima					x									
2	Llevar material al banco de trabajo 1		x					1,8							
3	Realizar medidas y trazos de la puerta	x							15						
4	Ir a la planeadora		x					1,5							
5	Enderezar madera en la planeadora	x							30						
6	Ir a sierra circular		x					1,5							
7	cortar material para sacar anchos de la puerta	x							30						
8	Cortar ensambles internos de la puerta	x							7						
9	Inspección de medidas			x					5						
10	Ir a cepillo		x					1,8							
11	sacar grosor puerta	x							28						
12	Ir a trompo		x					3,8	1,5						
13	Realizar hendiduras para incluir ensambles internos	x							35						
14	Labrar figura	x							20						
15	Ir a banco de trabajo 2		x					1,9							
16	Unir puerta con ensambles internos	x							68						
17	Pulir o relimpiar con cepillo manual	x							27						
18	Llevar puerta a pintura (tercer piso)		x					1,3							
19	Lijar	x							90						
20	Tintillar puerta	x							15						
21	Secado	x							110						
22	Aplicar sellador	x							15						
23	Secado	x							120						
24	Lijar partes	x							30						
25	Aplicar sellador	x							15						
26	Secado	x							120						
27	Lijar	x							20						
28	Aplicar color	x							20						
29	Secado	x							30						
30	Aplicar laca	x							15						
31	Empacar con plástico	x							10						
32	Ir a almacenamiento de PT		x					6							
33	Almacenamiento de producto terminado					x									

Fuente: Autores.

Figura 57. Diagrama de flujo de proceso propuesto para sillas de madera

LEVANTO: Cesar Cucaita / Jennifer Barragán				AUTORIZO: Arnulfo Góngora				FECHA: 21-07-2010							
DIAGRAMA COMIENZA: Almacenamiento de materia prima															
DIAGRAMA TERMINA: Almacenamiento de producto terminado															
DIAGRAMA:				ACTUAL:				PROPUESTO:		x					
				HOMBRE:				MATERIAL:		X					
PROCESO: SILLA 1,02 X 70 m															
OBSERVACIONES:															
N°	DESCRIPCIÓN						CANTIDAD (Unid)	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	POSIBILIDAD					OBSERVACIONES
										ELIMINAR	MEJORAR	CAMBIAR		MAQUINA	
												SECUENCIA	PERSONAL		
1	Almacenamiento de materia prima						x								
2	Llevar materia prima al banco de trabajo 1		x					1,8							
3	Sacar medidas de láminas de madera	x							13						
4	Ir a la planeadora		x					1,5							
5	Enderezar madera en la planeadora	x							25						
6	Ir a sierra circular		x					1,5							
7	cortar material para sarcar partes de silla	x							20						
8	Inspección de medidas			x					5						
9	Ir a cepillo		x					1,8							
10	Sacar grosor de silla	x							12						
11	Ir a banco de trabajo 2		x					5,6							
12	Plantillar las partes de la silla en las laminas de madera	x							15						
13	Ir a sierra sinfin		x					3,6							
14	Cortar figuras plantilladas	x							16						
15	Ir a trompo		x					1,8							
16	Realizar hendiduras ensamble	x							27						
17	Inspeccionar medidas			x					3						
18	Ir a banco de trabajo 2		x					1,8							
19	Ensamblar silla	x							24						
20	Llevar silla a pintura		x					1,3							
21	Lijar	x							26						
22	Tintillar silla	x							12						
23	Secado	x							120						
24	Aplicar sellador	x							12						
25	Secado	x							120						
26	Lijar partes	x							20						
27	Aplicar sellador	x							12						
28	Secado	x							120						
29	Lijar	x							19						
30	Aplicar color	x							15						
31	Secado	x							15						
32	Aplicar laca	x							12						
33	Cortar espuma para tapizado	x							12						
34	Cortar forro de tapizado	x							8						
35	Tapizar asiento	x							68						
36	Empacar con plástico	x							8						
37	Ir a almacenamiento de PT		x					6							
38	Almacenamiento de producto terminado						x								

Fuente: Autores.

Figura 58. Diagrama de flujo de proceso propuesto para rejas de acero

LEVANTO: Cesar Cucaita / Jennifer Barragán						AUTORIZO: Arnulfo Góngora				FECHA: 21-07-2010				
DIAGRAMA COMIENZA: Almacenamiento de materia prima														
DIAGRAMA TERMINA: Almacenamiento de producto terminado														
DIAGRAMA:						ACTUAL:			PROPUESTO:		X			
						HOMBRE:			MATERIAL:		X			
PROCESO: <u>REJA</u>														
OBSERVACIONES:														
No.	DESCRIPCIÓN	O OPERACIÓN	↓ TRANSPORTE	□ INSPECCIÓN	D DEMORA	▽ ALMACENAJE	CANTIDAD (Unid)	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	POSIBILIDAD				OBSERVACIONES
										ELIMINAR	MEJORAR	CAMBIAR		
												SECUENCIA	PERSONAL	
1	Almacenamiento de materia prima					x								
2	Ir a burro de trabajo		x					15,9						
3	Sacar medidas de láminas de acero	x							15					
4	Ir a cortadora de acero		x					3,4						
5	cortar varilla cuadrada de ½ pulgada	x							39					
6	Ir a la dobladora		x					1,03						
7	Doblar varillas para dar forma a la reja	x							18					
8	Ir a burro de soldadura		x					4						
9	Soldar material	x							63					
10	Ir a prensa		x					1,75						
11	Pulir material	x							30					
12	Inspeccionar dimensiones y características del producto			x					3					
13	Trasladar rejas afuera de la casa para pintar		x					9,25						
14	Pintar con anticorrosivo	x							30					
15	Secado	x							110					
16	Ir a almacenamiento de PT		x					4,22						
17	Almacenamiento de producto terminado					x								

Fuente: Autores, 2010.

A partir de la distribución en planta propuesta se tiene la tabla 39 donde muestra un comparativo de las distancias recorridas en la distribución actual frente a las distancias recorridas en la distribución propuesta.

Tabla 39. Comparativo de distancias recorridas

Producto	Distancia total recorrida distribución actual (m)	Distancia total recorrida distribución propuesta (m)
Puertas de madera	57,12	19,52
Sillas de madera	63,57	26,66
Rejas de acero	20,96	34,29

Fuente: Autores.

Se visualiza una amplia disminución en la distancia recorrida en los productos de ebanistería y carpintería, aunque un aumento en los productos de ornamentación ocasionado a raíz de la ubicación e la zona de almacenamiento. Es necesario mencionar que de los productos fabricados en Industrias AJM Ltda., los que ocupan la mayor porción en cuanto a comercialización son los referentes a ebanistería y carpintería.

De otra parte se debe tener en cuenta que si la empresa decide implementar el diseño de distribución de planta tiene que incurrir en costos referentes a la adecuación de la planta para la distribución de áreas según el diseño propuesto. En la siguiente tabla 40 muestra costos generales.

Tabla 40. Costos de adaptación de la planta propuesta

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO
Material necesario para levantar 1m² de muro.			
Cemento	Kilo	4	\$ 1.500
Arena	Paladas	6	\$2.000
Ladrillo Tipo 5	Bloques	9	\$600
Material necesario para pintar 1m² de muro.			
Pintura vinilo tipo 3	Galones	0.1	\$ 3.600
Brocha	Global	1	\$ 4.500

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO
Rodillo	Global	1	\$ 2.900
Elementos			
Ducha	Global	1	\$ 6.000
Inodoro	Global	1	\$ 190.000
Baldosa para baños	m ²	1	\$12.000
Dispensador papel higiénico	Global	1	\$ 45.000
Dispensador Jabón	Global	1	\$ 22.000
Sistema de ventilación	Global	1	\$ 62.000
Espejos	m ²	1	\$ 23.000
luminaria hermética para maquinaria	Global	1	\$132.000
Luminaria especular para oficinas	Global	1	\$ 95.000
Cable No. 10	m ²	1	\$3.400
Cable No. 12	m ²	1	\$2.800
Interruptor	Global	1	\$ 2.000
Lokers	Mueble 10 puestos	1	\$ 300.000
Extintores	Global	1	\$ 50.000
Señalizadores de áreas	Global	1	\$ 10.200
Tubo pvc ½"	m ²	1	3.500
Mano de obra			
Maestro de obra	Dia	1	\$ 20. 000

Fuente: Autores.

Hay que tener en cuenta que algunas máquinas para funcionar necesitan de 110 V; por otro lado existen máquinas que manejan sistema bifásico y trifásico las cuales utiliza para el funcionamiento energía eléctrica de 220 y 330V con derivación a polo a tierra.

Las necesidades neumáticas e hidráulicas para las maquinas no es necesaria en la organización porque no posee equipos que funcionen con estas características.

Teniendo en cuenta los costos anteriores, es decisión del gerente y de los propietarios de Industrias AJM Ltda. distribuir la planta de acuerdo al diseño propuesto y necesidades de cada una de las áreas.

5 CONCLUSIONES

Finalizado el proyecto en toda su extensión y analizando el nivel de alcance de los objetivos inicialmente propuestos para el desarrollo del mismo, se pueden apreciar las siguientes conclusiones:

- Gracias al diagnóstico inicial de la compañía se han obtenido las bases para conocer el modelo de producción y los recursos con que cuenta la misma, a fin de lograr estructurar un diseño de distribución de planta que se adapte a las necesidades y condiciones de Industrias AJM Ltda.
- Para hacer el análisis de distribución se escogieron tres productos, contemplando que estos fueran representativos para la compañía, pero además mediante los cuales se logrará hacer el análisis de las áreas de producción según los materiales empleados para la fabricación en la compañía, de ello surge que el análisis se haya efectuado para puertas de madera, sillas de madera y rejas de acero.
- Se han efectuado proyecciones de ventas de productos de la empresa basadas en los datos dados por el gerente; teniendo en cuenta que no posible realizar una correlación con las estadísticas del DANE del sector manufacturero debido al comportamiento variable para los años 2002 al 2008.
- A partir de las proyecciones en ventas se hace el análisis de la capacidad instalada, arrojando como resultado que la maquinaria y enseres que actualmente posee la compañía pueden abastecer el volumen de producción hasta los próximos cinco años, teniendo en cuenta que la capacidad instalada de la organización no excede el 100%.
- Al realizar el análisis de localización mediante el método cuali-cuantitativo de factores ponderados se ha obtenido que la localización más adecuada para INDUSTRIAS AJM LTDA es en la localidad de Engativa, específicamente en la Zona Industrial del barrio Álamos.
- Mediante la definición de los factores de distribución a tener en cuenta para Industrias AJM Ltda se plantean unos parámetros iniciales en el diseño de distribución de la planta propuesta, considerando así el brindar las mejores

condiciones a los elementos intervinientes en el proceso productivo de la compañía.

- Se ha propuesto el diseño de distribución en planta integrando las tres líneas de producción, según las disposiciones del gerente de la compañía, con el objetivo de que el representante legal de la organización tenga un mayor control en todas las áreas.
- Con la distribución en planta propuesta se logró adecuar el sitio y el espacio necesario requerido para cada máquina que opera en la empresa, al igual que el área de almacenamiento de materia prima y producto terminado para evitar la obstaculización de materiales y productos en proceso en las zonas de operación.
- La distribución de planta propuesta genera una disminución en la distancia recorrida para las puertas de madera de pasando de 57,12 a 19,51 metros, de igual manera con las sillas de madera pasando de 63,57 a 26,66 metros, lo que en teoría ocasionaría una disminución del tiempo de fabricación de dichos productos, además las operaciones se realizan de forma secuencial lo que ocasiona un modelo de producción más organizado en la empresa.
- La realización de un diseño de distribución en planta permite a las compañías una estructuración de sus áreas de trabajo buscando optimizar los recursos, tangibles (materiales, maquinaria) e intangibles (potencial humano, tiempo).

Por último, es necesario indicar que la estructuración de este proyecto ha permitido a los autores un afianzamiento de las áreas involucradas en el desarrollo del mismo.

6 RECOMENDACIONES

La principal recomendación que se puede emitir a las directivas de la empresa es que cuando se pretenda materializar el traslado de la planta de producción, se tome la opción del sitio que más se ajuste a la propuesta de localización y distribución definida en el presente documento teniendo en cuenta los aspectos mencionados a continuación:

- Definir un área específica de almacenamiento de materia prima y producto terminado, de manera que se eviten condiciones inseguras generadas por estándares deficientes de orden y aseo y además se brinde una mayor organización al proceso productivo.
- En las instalaciones de la empresa mantener los materiales de acuerdo a las especificaciones de almacenamiento establecidas por los fabricantes de manera que se conserven las características iniciales de los productos.
- La compañía en adelante deberá mantener un registro que contenga el detalle de las ventas para cada uno de los productos comercializados, de manera que se logre tener un mayor control sobre la gestión de Industrias AJM Ltda.
- La empresa debería evaluar las condiciones que brinda a los trabajadores realizando un estudio de asignación de elementos de protección personal acorde al riesgo al cual se exponen, esto con la finalidad de garantizar una asignación de elementos adecuada y lograr proteger a los trabajadores mientras ejecutan sus actividades laborales.
- Teniendo en cuenta la capacidad instalada de las máquinas de la organización, la empresa debería implementar estrategias de ventas de productos con el objetivo de eliminar tiempos ociosos de las máquinas y aumentar la productividad de cada una de ellas.
- La empresa debería definir estrategias de mercadeo como buscar otras nuevas alternativas de clientes, de manera que posibilite un aumento en el nivel de ventas y por consiguiente un mejor posicionamiento en el sector productivo donde ejerce su operación.

BIBLIOGRAFÍA

Cámara y comercio de Bogotá. Perfil económico y empresarial de la localidad de Engativá. Bogotá. 2007.

CHASE, JACOBS y AQUILANO. Administración de la producción y operaciones, Para una ventaja competitiva. Ed. Mc Graw Hill. Décima Edición. México. 2000.

COLOMBIA. Departamento Administrativo de Planeación Distrital. Decreto 619 (11 abril de 2000). Por el cual se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial para Santa Fe de Bogotá, Distrito Capital. Diario oficial. 2000.

DOMINGUEZ MACHUCA, Jose Antonio, *et al.* Dirección de operaciones, Aspectos estratégicos en la producción y los servicios. McGraw Hill. España. 1995.

ELWOOD, Buffa Y RAKESH Sarin, Adminsitación de la Producción y de las Operaciones. Ed. Limusa. Mexico 2000.

HBOCK, Robert, Planeación y Control de la producción. Ed. Limusa S.A. 1998. Mexico.

HEIZER, Jay y RENDER, Barry. Dirección de la producción y operaciones, decisiones estratégicas. Ed. Pearson Prentice Hall. España. 2007

KRAJEWSKI, Lee y RITZMAN, Larry. Administración de operaciones, estrategia y análisis. Ed. Pearson Prentice Hall. Quinta edición. Mexico. 2000.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Tesis y otros trabajos de grado. Bogotá: ICONTEC, 2005. (NTC 1486, NTC 1487, NTC 1160, NTC 1307, NTC 4490).

MIRANDA MIRANDA, Juan Jose. Gestión de proyectos. Cuarta edición. Bogotá: Editores M. M. 2002.

MUTHER, Richard. Distribución en planta. Ed. Hispano Europea. España 1977.

NIEBEL, Benjamín. Estudio de tiempos y movimientos. Alfaomega. 1993.

PALACIOS, Luis Enrique y RAMÍREZ, Rosario. Investigación y evaluación del proceso productivo de la industria de muebles UNIESTILOS F.G. para incrementar la productividad. Trabajo de Grado Ingeniero Industrial. Bogotá D.C. Universidad Libre de Colombia. Facultad de Ingeniería. Departamento Ingeniería Industrial. 1997. 158 p.

RITZMAN, Larry. Administración de operaciones estrategia y análisis. Pearson educación. México 2000.

RINCON Abril, Luis Alberto. Investigación de operaciones para Ingenierías y Administración de Empresas. 2001

TAHA, Hamdy. Investigación de Operaciones. Ed. Séptima. Pearson Educación México. 2004.

INFOGRAFÍA

BARRERA MESA, Luis Alberto. Distribución De Planta [online]. s.f. [citado 10 Marzo, 2010]. Disponible en internet: <www.mitecnologico.com/Main/DistribucionDePlanta>

CARDONA HENAO, Mario. [Citado 7 Marzo, 2010]. Disponible en sitio web: www.revista-mm.com/rev50/admon.pdf

Distribución en planta. [Citado 7 Marzo, 2010]. Disponible en sitio web: <www.uclm.es/area/ing_rural/AsignaturaProyectos/Tema5.pdf>.

HERNÁNDEZ CABRERA, Jose Luis. [Citado 26 de Febrero, 2010]. Disponible en sitio web: <<http://www.gestiopolis.com/finanzas-contaduria/elementos-de-un-proyecto-de-inversion.htm>>.

LOPEZ, Carlos. Teoría y Pensamiento Administrativo [online]. S.f. [citado 19 abril, 2010]. Disponible en sitio web: <www.gestiopolis.com/canales/gerencial/articulos/no%2010/temposymovimientos>

Microsoft Office. [Citado 22 de Febrero, 2010] Disponible en sitio web: <es.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Office>.

ANEXOS

**ANEXO A: VENTAS TOTALES
DE LOS PRODUCTOS PARA
LOS PERIODOS DE DICIEMBRE
DE 2009, ENERO, FEBRERO,
MARZO, Y ABRIL DE 2010**

ANEXO B: DESCRIPCIÓN DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO UTILIZADO

ANEXO C: DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE CARPINTERÍA - EBANISTERÍA

ANEXO D: DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE ORNAMENTACIÓN

ANEXO E: DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE VIDRIO

ANEXO F: DESGLOSE DE LA PROYECCIÓN DE VENTAS

ANEXO G: CÁLCULO CAPACIDAD INSTALADA